

13<sup>èmes</sup> Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou

# Le Genou et le sport

du ligament à la prothèse



**2008**

*sous la direction de*

P. CHAMBAT, PH. NEYRET, M. BONNIN, D. DEJOUR,  
J.C. PANISSET, R. BADET, E. SERVIEN, B. SONNERY-COTTET,  
J. BARTH, N. BONIN, A. PINAROLI, S. LUSTIG, J.M. FAYARD

**sauramps**  
médical



# Le genou et le sport

Du ligament à la prothèse



Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine universitaire, le développement massif du «Photocopillage».

Cette pratique qui s'est généralisée, notamment dans les établissements d'enseignement, provoque une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que la reproduction et la vente sans autorisation, ainsi que le recel, sont passibles de poursuites.

Les demandes d'autorisation de photocopier doivent être adressées à l'éditeur ou au Centre français d'exploitation du droit de copie, 3, rue Hautefeuille, 75006 Paris.

Téléphone : 01 43 26 95 35

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).

© SAURAMPS MEDICAL, 2008  
Dépôt légal : octobre 2008

I.S.B.N. : 978-2-84023-590-3  
E.A.N. : 9782840235903

*Imprimé en France*

# Le genou et le sport

## Du ligament à la prothèse

*sous la direction de*

P. CHAMBAT, PH. NEYRET, M. BONNIN, D. DEJOUR,  
J.C. PANISSET, R. BADET, E. SERVIEN, B. SONNERY-COTTET,  
J. BARTH, N. BONIN, A. PINAROLI, S. LUSTIG, J.M. FAYARD

*avec la collaboration de*

T. AIT SI SELMI, E. ARENDT, J.N. ARGENSON, PH. BEAUFILS, T. BRANCH, S. CHOMEL, J. COHN, T. CUCURULO,  
R. DEBARGE, G. DEMEY, L.D. DURANTHON, Y. FOURNIER, F. GOUGEON, N. GRAVELEAU, CH. GUIER,  
J.P. HAGER, A. IONCU, C. LAPRA, J.R. LAURENT, F. LAVOIE, B. LEMAIRE, H. MIGAUD, S. PARRATTE,  
H. PEREIRA, J. PERNIN, T. PROST, B. QUÉLARD, O. RACHET, R. VARGAS, W. VASCONCELOS, P. VERDONK,  
F. ZADEGAN

**sauramps**  
*medical*  
Montpellier - Paris



---

## LISTE DES AUTEURS

---

**Tarik AIT SI SELMI** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8 rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**Elizabeth ARENDT** : Orthopaedic Surgery - Univ. of Minnesota - 2450 Riverside - Av South, Suite # 200 - Minneapolis, MN 55454 - USA

**Jean-Noël ARGENSON** : Hôpital Sainte Marguerite - Bât Pavillon 8 - 270, boulevard Ste Marguerite - 13009 Marseille

**Roger BADET** : Clinique St-Vincent-de-Paul - 98, rue de la Libération - 38300 Bourgoin-Jallieu — Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**Johannes BARTH** : Clinique des Cèdres - 21, rue Albert Londres - 38130 Echirolles

**Philippe BEAUFILS** : Hôpital A. Mignot - 177, route de Versailles - 78150 Le Chesnay

**Nicolas BONIN** : Corolyon Sauvegarde - 8, avenue Ben Gourion - 69009 Lyon

**Michel BONNIN** : Centre Orthopédique Santy - 24, avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**Tim BRANCH** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**Pierre CHAMBAT** : Centre Orthopédique Santy - 24, avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**Sébastien CHOMEL** : Service de Radiologie - Clinique La Protestante - 69300 Caluire

**Joffrey COHN** : Corolyon Sauvegarde - 8, avenue Ben Gourion - 69009 Lyon

**Thomas CUCURULO** : Centre médical ICOS 13 - 118, rue Jean Mermoz - 13008 Marseille

**Romain DEBARGE** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**David DEJOUR** : Corolyon Sauvegarde - 8 Avenue Ben Gourion - 69009 Lyon

**Guillaume DEMEY** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles - 69300 Lyon-Caluire

**Louis-Denis DURANTHON** : 60, rue de Courcelles - 75008 Paris

**Jean-Marie FAYARD** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles - 69300 Lyon-Caluire

**Yann FOURNIER** : Centre Orthopédique Santy - 24, avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**François GOUGEON** : Clinique de la Louvière - 69, rue de la Louvière - 59042 Lille Cedex

**Nicolas GRAVELEAU** : Institut de L'Appareil Locomoteur Nollet - 23, rue Brochant - 75017 Paris

**Christian GUIER** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**Jean-Philippe HAGER** : Centre Orthopédique Santy - 24 avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**Adrian IONCU** : Corolyon Sauvegarde - 8, avenue Ben Gourion - 69009 Lyon

**Carole LAPRA** : Service de Radiologie - Clinique La Protestante - 69300 Caluire

**Jean-Raphaël LAURENT** : Centre Orthopédique Santy - 24 avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**Frédéric LAVOIE** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire — Centre Hospitalier de l'Université de Montréal - Montréal, Canada

**Bruno LEMAIRE** : Centre Orthopédique Santy - 24 avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**Sébastien LUSTIG** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles - 69300 Lyon-Caluire

**Henri MIGAUD** : Service d'Orthopédie C et D - Hôpital Roger Salengro - CHRU de Lille - Avenue Emile Laine - 59037 Lille cedex

**Philippe NEYRET** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**Jean-Claude PANISSET** : Clinique des Cèdres - 21, rue Albert Londres - 38130 Echirrolles

**Sébastien PARRATTE** : Hôpital Sainte-Marguerite - 270, boulevard Sainte Marguerite - BP 29 - 13274 Marseille cedex

**Alban PINAROLI** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles - 69300 Lyon-Caluire

**Helder PEREIRA** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**Jérôme PERNIN** : Département de Chirurgie Osseuse - CHU Angers - 4, rue Larrey - 49100 Angers

**Thierry PROST** : DDASS Haute-Savoie - Service Médical de Santé Public

**Bénédicte QUÉLARD** : Centre Hospitalier Public d'Hauteville Unité Inter

**Olivier RACHET** : Centre Hospitalier Public d'Hauteville Unité Inter

**Elvire SERVIEN** : Groupement Hospitalier Lyon Nord - Centre Albert Trillat - 8, rue de Margnolles, 69300 Lyon-Caluire

**Bertrand SONNERY-COTTET** : Centre Orthopédique Santy - 24, avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**Ramiro VARGAS** : Centre Orthopédique Santy - 24, avenue Paul Santy - 69008 Lyon

**Peter VERDONK** : Department of orthopaedic surgery, Ghent University Hospital, Ghent, Belgium

**Wilson VASCONCELOS** : Corolyon Sauvegarde - 8, avenue Ben Gourion - 69009 Lyon

**F. ZADEGAN** : Hopital André-Mignot - 177, rue de Versailles - 78157 Le Chesnay cedex

---

# SOMMAIRE

---

## LA ROTULE

### **Luxation épisodique de la rotule - Etat des connaissances**

S. LUSTIG, E. SERVIEN, J-M. FAYARD, PH. NEYRET.....11

### **Ostéotomie de la tubérosité tibiale antérieure**

G. DEMEY, E. SERVIEN, J-M. FAYARD, S. LUSTIG, PH. NEYRET.....21

### **Résultats à long terme des transpositions de la tubérosité tibiale antérieure dans le traitement des luxations épisodiques de rotule**

J-M. FAYARD, E. SERVIEN, PH. NEYRET.....29

### SESSION MPFL (MEDIO PATELLO FEMORAL LIGAMENT)

#### **Anatomy and Biomechanics of Patellofemoral Restraints (with particular reference to surgical concerns)**

E. ARENDT.....37

#### **Reconstruction du ligament fémoro-patellaire médial dans les luxations épisodiques de la rotule : Résultats préliminaires et analyse du positionnement des tunnels osseux**

R. DEBARGE, E. SERVIEN, C. LAPRA, S. CHOMEL, PH. NEYRET.....41

#### **Quelle rééducation après une plastie du ligament fémoro-patellaire médial ?**

N. BONIN, D. DEJOUR.....53

### SESSION TROCHLÉE

#### **La dysplasie de trochlée**

J-M. FAYARD, E. SERVIEN, PH. NEYRET.....59

#### **Résultats à long terme des trochléoplasties de creusement dans le traitement de l'instabilité fémoro-patellaire - Travail du service d'orthopédie D, CHRU de Lille**

J-M. FAYARD, F. GOUGEON, H. MIGAUD.....67

## **LIGAMENT CROISE ANTERIEUR : ANATOMIE : QUELLES IMPLICATIONS THERAPEUTIQUES ET TECHNIQUES ?**

### **Les faisceaux du ligament croisé antérieur**

P. CHAMBAT, R. VARGAS, B. LEMAIRE, B. SONNERY-COTTET.....75

### **Analyses clinique, radiologique et arthroscopique de la rupture du LCA**

J-CL. PANISSET, D. DEJOUR, J. BARTH.....81

### **Taille et morphologie des greffes - Volume des tunnels - Ligament patellaire mono-faisceau VS DIDT double faisceau - Analyse critique**

J. BARTH, R. VARGAS, J-CL. PANISSET, N. GRAVELEAU, P. CHAMBAT, B. SONNERY-COTTET .....95

### PRINCIPE DU DOUBLE FAISCEAUX

#### **Reconstruction double faisceau du ligament croisé antérieur par tendons de la patte-d'oie**

B. SONNERY-COTTET, J-PH. HAGER, Y. FOURNIER, P. CHAMBAT.....105

#### **Résultats comparatifs de la reconstruction du LCA avec une technique mono-faisceau, double faisceaux intra-articulaire et double faisceaux intra et extra-articulaire. Séries à deux ans postopératoires**

D. DEJOUR, W. VASCONCELOS, N. BONIN, J. COHN.....113

### RUPTURES PARTIELLES

#### **How should we treat a partial tear of the anterior cruciate ligament?**

E. SERVIEN, P. VERDONK, S. LUSTIG, PH. NEYRET.....119

#### **Réparation des ruptures du faisceau antéro-médial du LCA par une greffe au tendon rotulien - A partir d'une série de 51 cas**

J-CL. PANISSET, J. BARTH.....125

#### **Reconstruction isolée du faisceau antéro-médial du ligament croisé antérieur dans les ruptures partielles**

B. SONNERY-COTTET, J-PH. HAGER, Y. FOURNIER, P. CHAMBAT.....131

## **LIGAMENTS CROISES : RESULTATS ET POINTS PARTICULIERS**

### **LIGAMENT CROISE ANTERIEUR**

#### QUE PEUT-ON ATTENDRE DES TECHNIQUES CONVENTIONNELLES DE RECONSTRUCTION DU LCA ?

#### **Arthrose après reconstruction du LCA avec le tendon rotulien à 25 ans de recul - Analyse du compartiment fémoro-tibial - Analyse du compartiment fémoro-patellaire**

J. PERNIN, P. VERDONK, T. AIT SI SELMI, PH. NEYRET .....137

<b>Résultat des reconstructions du ligament croisé antérieur avec le ligament rotulien sous contrôle arthroscopique avec un recul supérieur à 15 ans</b>	
P. CHAMBAT, R. VARGAS, J-M. FAYARD, B. LEMAIRE, B. SONNERY-COTTET .....	147
<b>Reconstruction du LCA avec ou sans retour externe. Etude comparative avec des tests objectifs et subjectifs</b>	
F. LAVOIE, C. GUIER, T. BRANCH, S. LUSTIG, PH. NEYRET .....	153
 <b><u>LCA : QUELQUES POINTS PARTICULIERS</u></b>	
<b>Influence de la pente tibiale et de la taille de l'échancrure intercondylienne dans les ruptures du ligament croisé antérieur</b>	
TH. CUCURULO, J-M. FAYARD, M. BONNIN, P. CHAMBAT .....	159
<b>Technique "mini invasive" de prélèvement du tendon rotulien : influence sur les résultats</b>	
N. BONIN, A. IONCU, D. DEJOUR.....	169
<b>ACL Injuries: Are Females More at Risk?</b>	
E. ARENDT .....	177
<b>Influence des lésions de "bone bruise" dans la rééducation postopératoire des ligamentoplasties du LCA</b>	
B. QUÉLARD, P. CHAMBAT, O. RACHET, T. PROST.....	181

## LIGAMENT CROISE POSTERIEUR

<b>Ligament croisé postérieur : anatomie et biomécanique</b>	
A. PINAROLI, S. LUSTIG, J-M. FAYARD, E. SERVIEN, PH. NEYRET.....	191
<b>Détails techniques pour une reconstruction arthroscopique du LCP mieux maîtrisée</b>	
R. BADET.....	199
<b>Les concepts dans la rééducation du ligament croisé postérieur (LCP)</b>	
B. QUÉLARD, O. RACHET, R. BADET, P. CHAMBAT .....	209

## SPORT - ARTHROSE ET CHIRURGIE

<b>Résultats fonctionnels après PTG, PUC et ostéotomie - Pourquoi un patient est-il satisfait de sa prothèse ?</b>	
J-R. LAURENT, M. BONNIN, P. CHAMBAT, PH. NEYRET, J-N. ARGENSON, PH. BEAUFILS, R. BADET, E. SERVIEN, S. PARRATTE, F. ZADEGAN.....	217

### **LES OSTÉOTOMIES TIBIALES DE VALGINATION**

<b>Comment je fais une ostéotomie tibiale de valgisation ?</b>	
S. LUSTIG, E. SERVIEN, A. PINAROLI, J-M. FAYARD, PH. NEYRET.....	227

<b>Place de la navigation dans les ostéotomies tibiales</b>	
J-CL. PANISSET .....	237
<b>Pourquoi est-ce que je préfère les ostéotomies tibiales de valgisation par ouverture interne ?</b>	
A. PINAROLI, E. SERVIEN, S. LUSTIG, J-M. FAYARD, PH. NEYRET.....	243
<b><u>PEUT-ON AUTORISER LE SPORT APRÈS PROTHÈSE TOTALE DU GENOU ?</u></b>	
<b>Quels sports autoriser après une arthroplastie totale du genou ?</b>	
A. PINAROLI, E. SERVIEN, S. LUSTIG, J-M. FAYARD, PH. NEYRET.....	255
<b><u>LES PROTHÈSES</u></b>	
<b>La navigation peut-elle améliorer le résultat des PTG ?</b>	
R. BADET, L-D. DURANTHON, PH. NEYRET .....	259
<b>Prothèse unicompartmentale après prothèse unicompartmentale dans le compartiment opposé</b>	
S. LUSTIG, H. PEREIRA, E. SERVIEN, PH. NEYRET .....	269



# **LUXATION ÉPISODIQUE DE LA ROTULE**

## **ETAT DES CONNAISSANCES**

S. LUSTIG, E. SERVIEN, J-M. FAYARD, PH. NEYRET

Durant les 2 dernières décennies, l'école Lyonnaise a développé une expérience importante sur la prise en charge chirurgicale de l'instabilité rotulienne. Celle-ci repose sur des principes anatomiques, décrits dans les années 80 par H. Dejour et G. Walch [1]. Ont été définis, dès 1987, 1 facteur fondamental, 3 facteurs principaux et 4 facteurs secondaires de l'instabilité rotulienne objective. Il en découlait une prise en charge chirurgicale "à la carte" selon les facteurs présents.

Ce terme d'Instabilité Rotulienne Objective mérite d'être remplacé par celui de Luxation Episodique de la Rotule, car mieux compris par le monde anglo-saxon.

### **CLASSIFICATION [2]**

L'analyse clinique et radiographique permet de définir 3 populations, en fonction de 2 critères :

- clinique avec les antécédents de luxation vraie de la rotule,
- radio avec la présence d'anomalies anatomiques au bilan radiographique.

### ***Les instabilités rotuliennes objectives (ou luxation épisodique de la rotule)***

Il s'agit de patients ayant présenté au moins une luxation de rotule vraie, authentifiée par le patient, ou une séquelle radiologique de cette luxation (fracture du versant interne de la rotule ou du condyle externe).

### ***Les instabilités rotuliennes potentielles***

Elles sont caractérisées par la présence de douleurs rotuliennes sans antécédent de luxation. Le bilan radiographique retrouve des anomalies anatomiques comparables à la population des LER.

### ***Les syndromes douloureux rotuliens (SDR)***

Il n'y a aucun antécédent de luxation et jamais aucune anomalie anatomique.



## EXAMEN CLINIQUE

L'examen clinique n'est pas toujours fiable pour le diagnostic de luxation épisodique de la rotule.

*Test de Smillie* : Le patient redoute une luxation imminente de la rotule lorsqu'allongé en décubitus dorsal avec le genou en extension, la rotule étant forcée en dehors. Il s'agit d'un test dynamique qui est positif quand lors d'une flexion associée le patient et le médecin ont l'impression d'une luxation à venir. Il s'agit bien d'une appréhension et non pas d'une douleur.

*Signe de Fithian* : Il s'agit d'une subluxation de la rotule qui survient à 30° de flexion, l'examineur appliquant une translation latérale sur la rotule. Il s'agit d'un test plus statique que le test de Smillie.

*Signe du "J" ou de la "virgule"* : C'est une subluxation latérale de la rotule à la fin de l'extension due à la position atypique de la rotule pendant les premiers 30° de flexion.

*Strabisme divergent de la rotule (Lateral "squint" of the patella)* : appelé aussi signe "grasshopper", il s'agit de l'aspect haut et subluxé de la rotule sur le bord externe supérieur du genou en extension.

Les autres aspects de l'examen clinique tels que l'épanchement, la sensibilité, la course rotulienne anormale, le recurvatum et l'alignement de la jambe sont des signes secondaires ou indirects. Ils contribuent rarement à la décision thérapeutique.

## LES FACTEURS D'INSTABILITÉ ROTULIENNE

Ces données sont issues d'une étude statistique comparant une population de patients

avec de vraies luxations de rotule, une population de patients qui n'avaient que des douleurs et enfin une population de patients témoins.

### Les facteurs principaux

#### La dysplasie de trochlée

C'est le facteur fondamental de l'instabilité rotulienne. Elle se traduit par un comblement progressif du fond de la trochlée conduisant à une disparition de la gorge trochléenne qui devient soit plate soit convexe.

#### Le signe du croisement

Il est défini sur la radiographie de profil strict par le signe du croisement entre la ligne de fond de trochlée et le bord antérieur des deux condyles (fig. 1). A ce point précis, la trochlée est totalement plate. Ce signe du croisement a été retrouvé dans 96 % de la population des instabilités rotuliennes objectives, 12 % des syndromes rotuliens douloureux et seulement 3 % des témoins.



Fig. 1



*Saillie de la trochlée* (fig. 2, 3)

H. Dejour *et al.* [1, 3] ont également étudié la saillie de la trochlée par rapport à une droite tangente aux 10 derniers centimètres de la corticale antérieure du fémur et objectivent que le fond de la trochlée peut être en avant, en arrière ou à l'aplomb de cette corticale. Ils déterminent ainsi la "saillie" de la trochlée qui peut être positive, négative ou nulle.

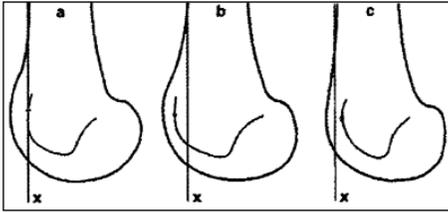


Fig. 2



Fig. 3

*La profondeur de la trochlée* (fig. 4)

Son intérêt est surtout pronostique. Maldague a étudié la profondeur de la trochlée à 1 cm de son sommet [4]. H. Dejour *et al.* [5] ont proposé une variante de cette

étude de la profondeur de la trochlée. On trace une droite Y tangente aux dix derniers centimètres de la corticale postérieure du fémur puis sa perpendiculaire passant par le sommet des condyles postérieurs. Ces droites se croisent en un point par lequel est tirée une droite formant un angle ouvert de 15° en avant et en bas. Cette dernière croise la ligne de fond de trochlée en B et la ligne bicondylienne en A. C'est la distance AB que l'on mesure. Une valeur seuil de 4 mm est habituellement retenue (pathologique quand < 4 mm).

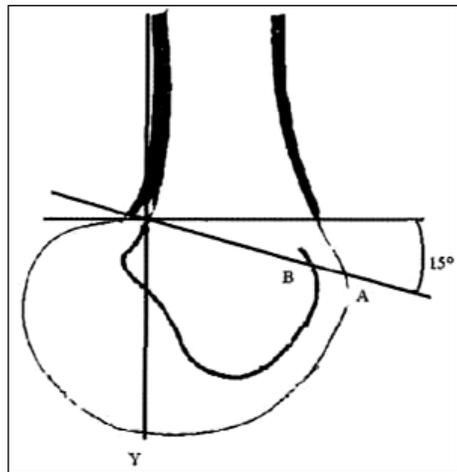


Fig. 4

*Classification*

La dysplasie trochléenne était classée initialement en 3 stades [5]. Une analyse radio-scanner à propos de 177 instabilités rotuliennes objectives [6] a permis de préciser cette analyse et de définir 4 grades (D. Dejour).

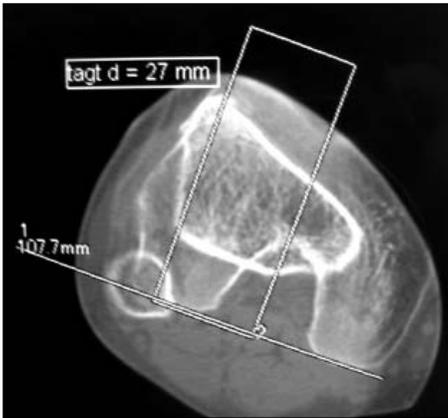
Deux nouveaux signes radiologiques sont décrits sur le profil strict.

- Léperon sus-trochléen caractérisé par la présence d'un spicule au-dessus de la trochlée. C'est la traduction d'une proéminence globale de la trochlée.
- Le double contour qui est la projection sur la radio de profil de l'os sous-chondral de la berge interne de la trochlée.

Les quatre stades de la dysplasie trochléenne sont :

- *Stade A* : Signe du croisement mais une morphologie normale des versants trochléens au scanner ;
- *Stade B* : Signe du croisement, éperon sus-trochléen, trochlée plate au scanner ;
- *Stade C* : Double contour se terminant en dessous du signe du croisement, une hypotrophie du versant interne et une convexité du versant externe au scanner ;
- *Stade D* : Double contour se terminant en dessous du signe du croisement, éperon sus-trochléen, une hypotrophie du versant interne et une convexité du versant externe au scanner, le raccordement entre les deux berges se faisant de manière abrupte.

*Distance entre tubérosité tibiale antérieure et gorge de la trochlée (TAGT) (fig. 5)*



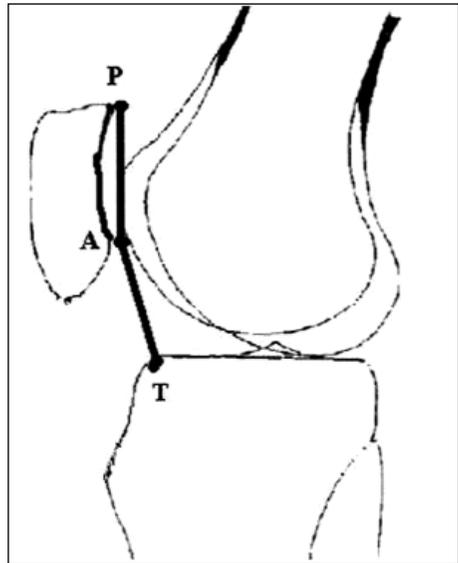
**Fig. 5**

Initialement, la mesure était radiologique : Goutallier *et al.* [7] recommandaient, pour mesurer la TAGT à partir d'un cliché radiologique axial fémoro-patellaire à 30° de flexion, le membre inférieur étant en rotation indifférente, de mesurer la distance entre 2 points séparant la projection du sommet de la tubérosité tibiale de la projection du fond de la gorge trochléenne.

La généralisation du scanner a permis de préciser ces mesures en superposant deux coupes tomодensitométriques (l'une passant par le fond de la gorge trochléenne là où l'échancrure a la forme d'une arche romane et l'autre par le milieu de la tubérosité tibiale dans le plan transversal). Pour Bernageau et Goutallier, le scanner était réalisé genou à 15° de flexion.

Ces données ont été reprises et modifiées (scanners réalisés genoux en extension) par H. Dejour *et al.* [9] : des valeurs seuils ont été définies en comparant le groupe d'instabilité rotulienne objective (LER actuelle) et un groupe témoin : 20 mm semblaient être la valeur limite, car c'était la valeur au-delà de laquelle on retrouvait 56 % des patients présentant une LER et seulement 3 % dans le groupe témoin.

*La hauteur rotulienne (fig. 6)*



**Fig. 6**

La hauteur rotulienne est le seul facteur qui pris isolément peut entraîner une instabilité rotulienne objective. La rotule s'engage normalement dans la trochlée dès les premiers



degrés de flexion, elle se retrouve ainsi stabilisée. Si la rotule est trop haute par rapport à la trochlée, son engagement trochléen sera tardif avec un risque de luxation.

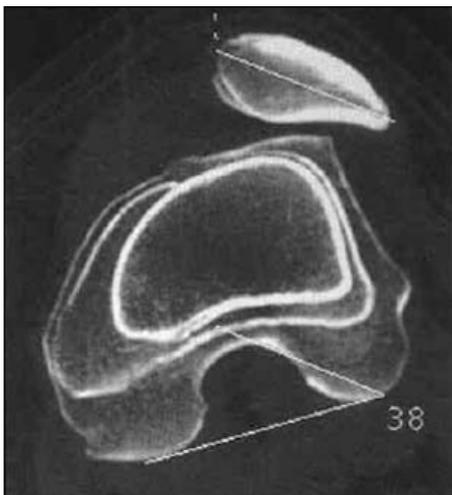
L'index de Caton et Deschamps est utilisé. Un index normal est égal à 1, une rotule haute est définie par un rapport supérieur à 1,2 [9]. On retrouve un index supérieur à 1,2 dans 30 % des instabilités rotuliennes objectives et dans 0 % du groupe témoin.

Au scanner, l'absence de la rotule en face de la trochlée sur la coupe de référence est un bon signe indirect de rotule haute.

### *La longueur du tendon rotulien*

Sa mesure sur l'IRM est plus précise que sur les radiographies en profil. Le tendon rotulien est statistiquement plus long chez les patients avec LER que dans un groupe témoin. Une valeur supérieure à 52 mm est anormale [10].

### *La bascule rotulienne (fig. 7)*



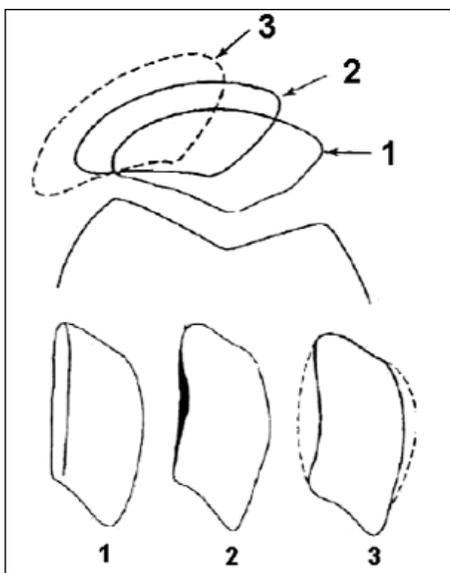
**Fig. 7**

Elle est mesurée par la superposition de deux coupes, l'une passant par le grand axe de la rotule, l'autre passant par la coupe de référence trochléenne. C'est l'angle que forme le grand axe de la rotule avec le plan bicondylien postérieur.

C'est le reflet de la dysplasie du quadriceps (notamment du vastus medialis) mais également de la dysplasie de la trochlée. Cette mesure est faite quadriceps décontracté (sur l'acquisition spiralée) et quadriceps contracté (sur des coupes semi-épaisses réalisées secondairement), ce qui donne une évaluation dynamique de la bascule. Dans la population témoin, cette bascule est dans 97 % des cas comprise entre 10° et 20°. La valeur seuil est de 20° au-delà de laquelle on retrouve 83 % des instabilités rotuliennes et seulement 3 % de témoins.

### *L'analyse de la bascule selon Maldague et Malghem*

Elle est évaluée sur un cliché de profil du genou à 30° de flexion (fig. 8).



**Fig. 8**



### L'angle de Merchant [11]

Sur une vue axiale du genou à 45° de flexion, la bissectrice de l'angle trochléen est tracée. Une deuxième ligne est tracée entre le fond de la trochlée et le point le plus postérieur de la surface articulaire de la rotule. L'angle de Merchant est l'angle entre ces deux droites. Si cet angle est en situation interne par rapport à la bissectrice, il est compté négativement, sinon il est positif. La valeur normale est - 6°. Merchant considère qu'un angle supérieur à + 16° est anormal (fig. 9).

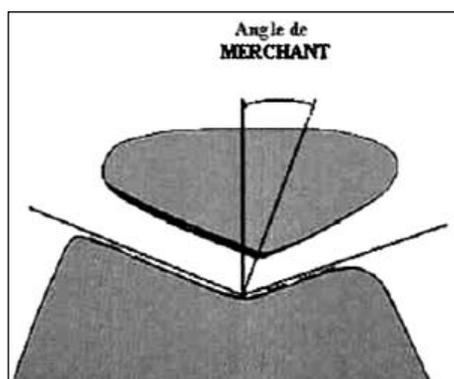


Fig. 9

### Les facteurs secondaires

- La dysplasie de rotule : Wiberg a classé les rotules en 3 types selon leur aspect sur un cliché de vue axiale à 30° de flexion [12] :
  - \* *type I* (environ 10 % des cas), la facette interne est concave et presque aussi longue que la facette externe.
  - \* *type II* (environ 65 % des cas), la facette interne est concave et courte.
  - \* *type III* qui correspond aux rotules dysplasiques, la facette interne est convexe et courte (environ 25% des cas).
  - \* *type IV* (selon Baumgartl) : absence de crête médiale ou de facette interne.
- On relève dans la population de LER un pourcentage plus élevé que dans la population des témoins :

- . de genu valgum,
- . d'antéversion fémorale excessive,
- . de rotation dans le genou supérieur à la normale,
- . de genu recurvatum.

Ces facteurs sont considérés comme secondaires car il n'est pas rare d'observer ces facteurs dans la population témoin. Le traitement de ces anomalies (ostéotomie fémorale ou tibiale de dérotation, de varisation ou ostéotomie anti-recurvatum) est d'indication exceptionnelle.

## ALGORITHME DE PRISE EN CHARGE

Le traitement chirurgical trouve sa place en cas d'anomalies morphologiques susceptibles d'être corrigées. Ceci concerne donc les patients ayant présenté une ou plusieurs luxations de rotule avec des facteurs favorisants individualisés, comme une rotule haute, une TA-GT augmentée ou une bascule de la rotule.

### Techniques

Les gestes sont techniquement simples, mais il faut être strict et bien respecter les indications car une erreur peut rapidement conduire à un mauvais résultat.

#### L'abaissement de la TTA

Il permet de corriger une rotule haute. L'objectif est de réaliser un transfert distal de la TTA afin d'obtenir un index de Caton-Deschamps dont la valeur est 1.

#### Ténodèse du tendon rotulien

C'est une technique adjuvante à la chirurgie d'abaissement de la TTA. Elle réalise un "rac-



courcisement fonctionnel” du tendon rotulien, par ténodèse de celui-ci en le fixant avec des ancrs non métalliques. Elle est recommandée quand la longueur du tendon rotulien est supérieure à 52 mm, mesurée sur l'IRM (fig. 10).

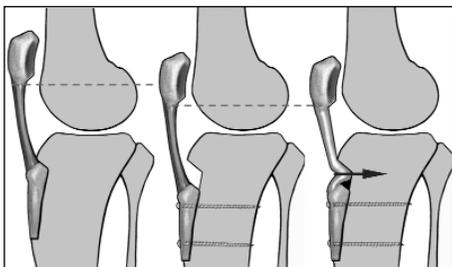


Fig. 10

### Médialisation de la TTA (fig. 11)

Cette technique est indiquée pour corriger une TA-GT excessive. Une incision de 6 cm en dedans du tendon rotulien et de la TTA est réalisée.

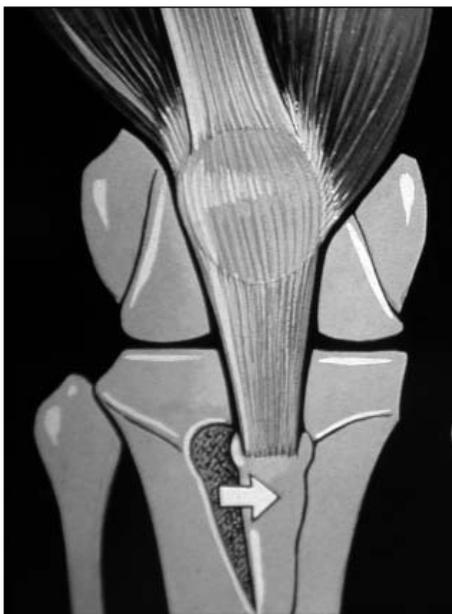


Fig. 11

L'objectif est de médialiser la TTA afin d'obtenir une TA-GT de 12 mm.

### Gestes sur les parties molles

#### La plastie du vaste interne

Cette technique est indiquée chez les patients avec une dysplasie du vaste interne, spécifiquement dans sa partie oblique, le *Vastus Medialis Obliquus* (VMO). Cette dysplasie intervient (au même titre que d'autres facteurs) dans la valeur de bascule de la rotule mesurée au scanner supérieure à 20°. Elle est presque toujours associée à la section de l'aileron externe. Les gestes de la plastie isolée du vaste interne sont, dans notre expérience, insuffisants pour prévenir une luxation de la rotule. Nous l'associons toujours à un geste osseux (trochléoplastie ou transfert de la tubérosité tibiale antérieure).

#### Reconstruction du ligament patello-femoral médial (MPFL)

Depuis 2005, suite à la visite de D. Fithian nous avons introduit cette technique dans le service [13] (fig. 12).



Fig. 12

Cette technique est indiquée en cas d'hypermobilité de la rotule. Une force latérale appliquée à la rotule entraîne une subluxation voire une luxation de celle-ci sur un genou à 30° de flexion. Après la chirurgie, la rotule n'est plus luxable.

### La trochléoplastie

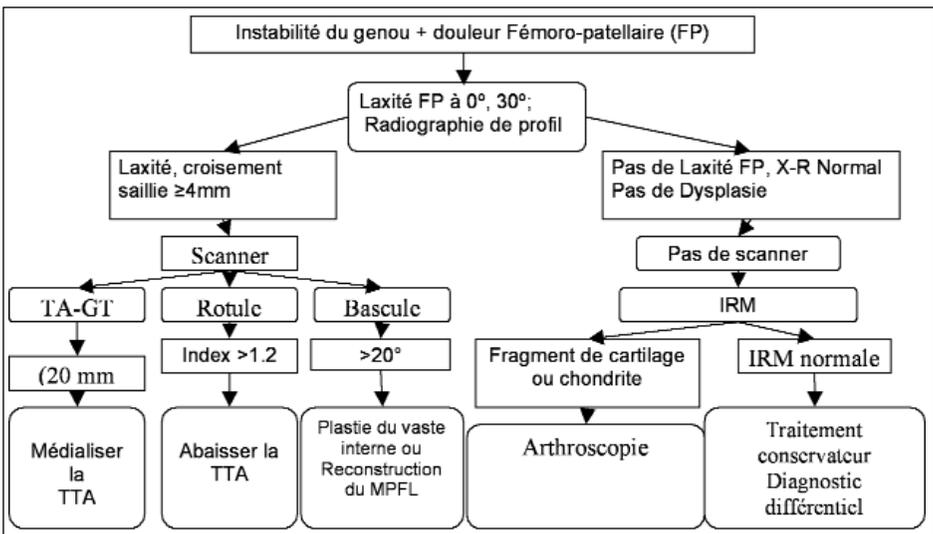
#### La trochléoplastie-creusement

Ses principes furent établis en 1987 par H. Dejour et G. Walch [2]. Cette intervention reste actuellement exceptionnelle et très efficace. Elle est difficilement transmissible et techniquement exigeante. Elle peut être indiquée en cas de saillie importante > 6 mm, de course anormale de la rotule ou d'échec après chirurgie.

#### La plastie de relèvement d'Albee

Intervention illogique en cas de saillie élevée, une adaptation de la technique a été proposée par R. Biedert en cas de trochlée courte.

### Algorithme [13]



Algorithme (d'après D. Fithian, Ph. Neyret : *Patellar Instability : The Lyon Experience*)

## RÉSULTATS

Servien et al. [14] ont revu 110 genoux (62 patients) opérés pour instabilité objective (selon l'algorithme rapporté), avec un recul moyen de 5 ans (2 à 12 ans). 58 % étaient des femmes et l'âge moyen lors de la chirurgie était 22 ans. Ils rapportaient 10 cas (9 %) de récurrence de luxation. Le taux de complication était de 7,3 %, avec 4 pseudarthroses et 2 fractures de la tubérosité tibiale. Les résultats subjectifs étaient excellents, avec 73,3 % des patients opérés pratiquant des activités intenses ou très intenses sans sensation d'instabilité.

## CONCLUSION

Ainsi, les résultats satisfaisants de plus de 20 ans d'expérience dans la prise en charge chirurgicale de l'instabilité rotulienne montrent l'efficacité du "menu à la carte" de l'école lyonnaise. On peut espérer encore améliorer ces résultats avec l'utilisation de nouvelles techniques comme la reconstruction du MPFL, qui sont en cours d'évaluation mais semblent très prometteuses.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] DEJOUR H., WALCH G., NEYRET P., ADELEINE P. 1990. La dysplasie de la trochlée fémorale. *Rev Chir orthop.* 76, 45-54.
- [2] DEJOUR H., WALCH G. 1987. Pathologie fémoro-patellaire. 6<sup>e</sup> Journée Lyonnaise de chirurgie du genou. *Lyon, dec 1987 (monographie)*. Ameuso Editions.
- [3] WALCH G., DEJOUR H. 1989. La radiologie dans la pathologie fémoro-patellaire. *Acta Orthop Belgica.* 55.
- [4] MALDAGUE B., MALGHEM J., FROT B. 1988. Articulation fémoro-patellaire. Imagerie en orthopédie et traumatologie du genou. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. *Expansion Scientifique Française*, 29, 242-259.
- [5] DEJOUR H., NEYRET P., WALCH G. 1999. Factors in patellar instability. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Elsevier.* 71.
- [6] DEJOUR D., REYNAUD P., LECOULTRE B. 1998. Douleur et instabilité rotulienne : essai de classification. *Med. Hyg.* 5-, 1466-1471.
- [7] GOUTALLIER D., BERNAGEAU J, LECUDONNEC B. 1978. La mesure de la distance entre tubérosité tibiale antérieure et la gorge de la trochlée. Technique et résultats. *Rev. Chir. Orthop.* 64 : 423-8.
- [8] DEJOUR D., WALCH G., NOVE-JOSSERAND L., GUIER C. 1994. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Arthroscopy.* 2 : 19-26.
- [9] CATON J. 1989. Méthode de mesure de la hauteur de la rotule. *Acta Orthopédica Belgica.* 55, 385-386.
- [10] NEYRET P., ROBINSON A.H., LE COULTRE B., LAPRA C., CHAMBAT P. 2002. Patellar tendon length. The factor in patellar instability ? *Knee.* 9(1) : 3-6.
- [11] MERCHANT A.C., MERCER R.L., JACOBSEN R.H., COOL C.R. 1941. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *JBJS,* 56A, 1391-1396.
- [12] WIBERG G. 1041. Roentgenographic and anatomic studies on the patellofemoral joint. *Acta Orthop Scand,* 12, 319-409.
- [13] FITHIAN D.C., NEYRET P., SERVIEN E. 2007. Patellar Instability: The Lyon Experience. *Tech In Knee surgery.* 6(2) : 112-123.
- [14] SERVIEN E., AIT SI SELMI T., NEYRET P. 2004. Evaluation subjective des résultats du traitement chirurgical des instabilités rotuliennes. *Rev Chir Orthop.* 90, 137-142.







# OSTÉOTOMIE DE LA TUBÉROSITÉ TIBIALE ANTÉRIEURE

G. DEMEY, E. SERVIEN, J-M. FAYARD, S. LUSTIG, PH. NEYRET

## INTRODUCTION

La luxation de la rotule se produit le plus souvent lorsque plusieurs anomalies anatomiques sont présentes. Dans près de 96 % des cas, au moins une des quatre anomalies morphologiques suivantes est présente [6] : **1**) dysplasie de trochlée, **2**) rotule haute, **3**) distance tubérosité tibiale antérieure–gorge trochlée (TAGT) > 20 mm et **4**) bascule rotulienne > 20°.

Le but de l'ostéotomie de la tubérosité tibiale antérieure (TTA) est de corriger un ou deux facteurs principaux de luxation rotulienne sans toutefois corriger l'anomalie fondamentale, la dysplasie de trochlée.

Différentes techniques chirurgicales ont été décrites pour abaisser ou médialiser la TTA. Elles ont en commun le transfert de l'insertion tibiale du tendon rotulien [9, 11, 29].

## INDICATION

### *Rotule haute et mesure de la hauteur*

Une hauteur rotulienne excessive est considérée comme un facteur principal de luxation

de la rotule. Elle a été fréquemment retrouvée lors de l'étude d'un groupe de patients présentant une luxation épisodique de rotule alors qu'elle était absente dans le groupe témoin (patient sans histoire de luxation rotulienne). La mesure de ce facteur grâce à l'indice de Caton-Deschamps a permis d'établir un seuil de normalité [6].

L'abaissement de la TTA permet de corriger une hauteur rotulienne excessive et donc d'augmenter la stabilité de la rotule. En cas de configuration normale, la rotule s'engage précocement dans la gorge de la trochlée lors de la flexion. L'adéquation de la forme de la trochlée avec celle de la rotule assure la stabilité de l'appareil extenseur. Dans le cas d'une hauteur rotulienne excessive, l'engagement de la rotule dans la gorge de la trochlée sera tardif et il en résulte une augmentation du risque de luxation de la rotule. De plus, chez certains patients, la longueur du tendon rotulien est excessive alors que le niveau d'insertion du tendon rotulien sur la TTA est considéré comme normal [23].

Il existe plusieurs index permettant de mesurer la hauteur rotulienne. Ils peuvent être classés en deux groupes selon qu'ils utilisent comme référence le tibia [2, 4, 14] ou le fémur [1]. Nous mesurons la hauteur rotu-



lienne sur une radiographie de profil strict en utilisant l'indice de Caton-Deschamps. L'indice de Insall-Salvati [14], qui mesure la longueur du tendon rotulien et la longueur de la rotule, restera inchangé dans le cas d'une ostéotomie/abaissement de la TTA. L'indice de Caton-Deschamps [4], au contraire, utilise le plateau tibial antérieur comme référence (distance du plateau tibial antérieur au bord inférieur de la surface articulaire de la rotule et longueur de la surface articulaire de la rotule). Il sera corrigé par l'abaissement de la TTA et c'est pour cette raison que nous l'utilisons.

La mesure du tendon rotulien sur Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) peut être plus sensible et spécifique dans l'étude de la stabilité rotulienne que l'indice de hauteur rotulienne mesuré sur une radiographie de profil [23]. Chez certains patients avec instabilité rotulienne, le tendon rotulien est excessivement long (longueur supérieure à 52 mm).

### *Médialisation de la TTA*

L'angle Q reste largement utilisé chez les Anglo-Saxons dans l'analyse de l'insertion du tendon rotulien. Son augmentation est en rapport avec une insertion du tendon rotulien trop latérale sans anomalie de la rotule ou du quadriceps. Cet angle est constaté cliniquement et est difficilement quantifiable. A cause du risque d'erreur lors de la mesure, nous ne l'utilisons pas dans notre pratique clinique quotidienne. Pour quantifier la position de la tubérosité tibiale par rapport à la gorge de la trochlée, une mesure de la TAGT doit être réalisée.

La distance TAGT est utilisée pour déterminer le positionnement de la TTA par rapport à la gorge de la trochlée. Elle est obtenue en superposant deux images scanner d'une vue coronale de la gorge de la trochlée (coupe scanner où l'échancreur fémorale ressemble à une arche romaine) et de la TTA, genou en extension complète. Le point le plus profond

de la gorge de la trochlée et le point central de la TTA (insertion du tendon rotulien) sont projetés perpendiculairement sur la tangente aux condyles postérieurs [12]. La distance entre ces points est définie comme la TAGT. Une distance supérieure à 20 mm est considérée comme anormale. Au-delà de ce seuil, une médialisation de la TTA permet de corriger une TAGT excessive.

## **TECHNIQUE CHIRURGICALE : OSTÉOTOMIE DE LA TTA**

Quel que soit le geste, le bilan des lésions articulaires est systématique (examen complémentaire, arthroscopie ou arthrotomie). La course rotulienne est évaluée par arthroscopie, une voie supéro-externe accessoire peut être réalisée.

### *Abaissement de la TTA*

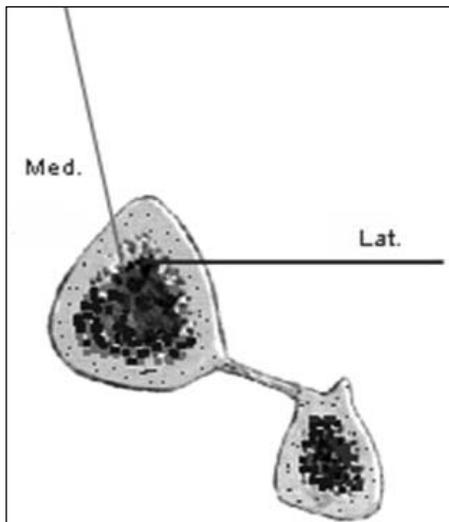
Cette technique est indiquée pour corriger une rotule haute [5, 28]. L'objectif est d'abaisser la TTA afin d'obtenir un indice de Caton-Deschamps proche de 1. Par exemple, dans le cas d'un patient avec indice à 1,3, avec une distance AT de 39 mm et une distance AP de 30 mm, l'abaissement nécessaire pour obtenir un indice égal à 1 sera de 9 mm. Une rotule haute avec indice supérieur à 1,2 sera corrigée par un abaissement de la TTA jusqu'à l'obtention d'un indice compris entre 0,8 et 1,0.

La voie d'abord est antéro-médiale, partant du tiers inférieur de la rotule et descendant jusqu'à 6 cm en dessous de l'insertion du tendon rotulien. Avant de réaliser l'ostéotomie, le premier temps consiste à préparer la fixation. La corticale antérieure est méchée à 4,5 mm de diamètre. L'ostéotomie est réalisée à la scie oscillante et terminée avec la



lame de Lambotte. La coupe latérale est réalisée en premier, horizontalement (fig. 1). La coupe médiale est ensuite réalisée avec une direction pratiquement verticale (fig. 2). Enfin, la coupe distale est réalisée transversalement. Le bloc osseux doit être d'environ 6-8 cm de longueur, d'épaisseur suffisante et réalisé en os spongieux (fig. 3). Deux trous de mèche de 3,5 mm de diamètre sont réalisés dans la corticale postérieure perpendiculairement à l'axe de la diaphyse tibiale. La fixation de l'ostéotomie est assurée par 2 vis corticales de 4,5 mm de diamètre, plus longue de 2 mm que la longueur mesurée.

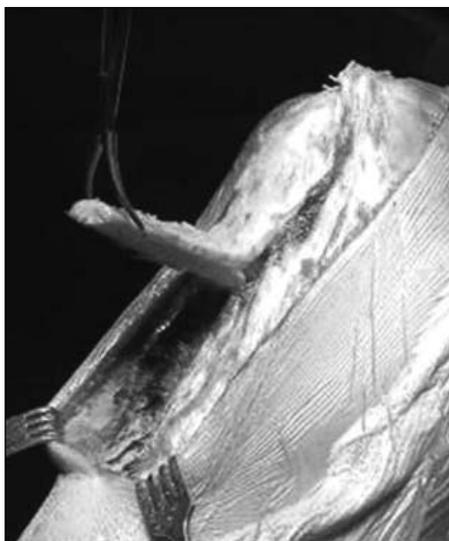
Dans le cas d'un important abaissement, les ailerons rotuliens médial et latéral doivent être libérés. La TTA est ensuite abaissée jusqu'à la position souhaitée en accord avec la planification préopératoire (fig. 4).



**Fig. 2 : Schématisation des coupes osseuses**



**Fig. 1 : Réalisation de la coupe latérale de direction horizontale**



**Fig. 3 : Détachement complet de la baguette corticospongieuse lors d'un geste d'abaissement de la TTA**



**Fig. 4 : Radiographie postopératoire de profil d'un abaissement de la TTA**



**Fig. 5 : Ténodèse du tendon rotulien avec serrage du premier point**

### ***Ténodèse du tendon rotulien***

Une ténodèse du tendon rotulien peut être associée au geste d'abaissement [23]. Dans le cas de tendon rotulien excessivement long, l'abaissement de la TTA ne permet pas de corriger la longueur du tendon avec notamment le risque d'un effet essuie-glace. La ténodèse doit être discutée lorsque la longueur du tendon est supérieure à 52 mm.

Le tendon rotulien est ouvert dans le sens des fibres à deux endroits pour préparer la zone de suture. L'abaissement de la TTA étant réalisée, deux ancrs sont positionnées aux deux bords du tendon rotulien, environ 29 mm sous le plateau tibial, en regard de l'insertion originelle du tendon rotulien sur la TTA. La ténodèse est réalisée par deux points qui sont serrés (fig. 5).

### ***Médialisation de la TTA : ostéotomie d'Elmslie-Trillat***

Ce geste est indiqué pour corriger une TAGT trop importante. L'objectif est de médialiser la TTA. La TAGT doit être diminuée jusqu'à une valeur moyenne de 12 mm. Par exemple, chez un patient avec une distance TAGT de 20 mm, il est nécessaire de réaliser une médialisation de 9 mm, ajoutant 1 mm pour compenser une éventuelle perte de correction lors de la fixation. La portion distale de l'ostéotomie est laissée en continuité avec la corticale antérieure du tibia. L'ostéotomie est fixée par 1 seule vis.

La TTA est méchée avec un trou de 4,5 mm de diamètre. A travers celui-ci, on mèche la corticale postérieure du tibia (diamètre 3,2 mm) perpendiculairement à la diaphyse



tibiale ou très légèrement ascendant. L'ostéotomie est fixée par une seule vis corticale de 4,5 mm de diamètre.

### **Avancement et médialisation de la TTA : ostéotomie de Fulkerson**

Cette technique est assez répandue aux Etats-Unis. Elle correspond à la combinaison d'une ostéotomie d'Elmslie-Trillat et d'une opération de Maquet. La pente de la coupe détermine l'importance de la médialisation et du déplacement antérieur de la TTA [9, 13]. Sa réalisation est techniquement difficile.

### **Ostéotomie de correction associant médialisation et abaissement**

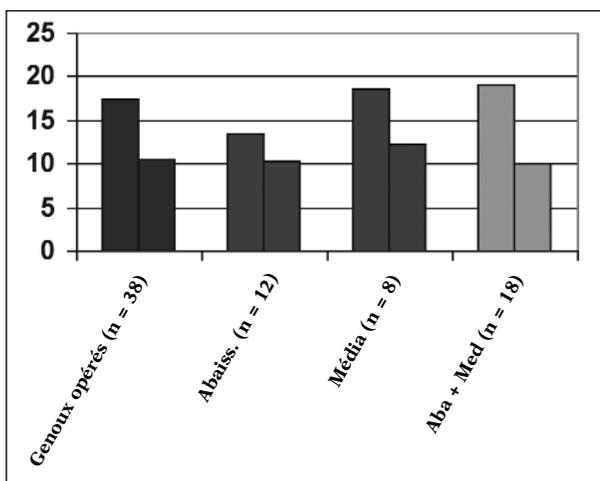
Pour corriger deux facteurs principaux d'instabilité, une rotule haute et une TAGT excessive, un abaissement associé à une médialisation de la tubérosité tibiale doit être effectué. Généralement, deux vis (vis

AO, diamètre 4,5) ou trois vis (vis AO, diamètre 3,5) sont utilisées pour fixer la baguette d'ostéotomie.

### **Complications**

Les complications de l'ostéotomie de la TTA sont le plus souvent d'origine iatrogène et devraient être évitées. Une médialisation excessive a été une erreur fréquemment observée par le passé. Une étude réalisée récemment dans notre service a indiqué que l'abaissement de la TTA induisait une médialisation de 4 mm à cause de la torsion tibiale [25] (fig. 6). Ce phénomène devrait être pris en compte dans la planification de la correction à effectuer.

Les fractures de la diaphyse tibiale, également de nature iatrogène, sont rares. La dernière coupe osseuse réalisée lors de la chirurgie doit être réalisée à l'aide d'une lame de Lambotte plutôt que la scie. Une baguette tibiale trop épaisse ou trop large ou un trait transversal trop profond augmentent aussi le risque de fracture dans les suites opératoires.



**Fig. 6 : L'abaissement de la TTA médialise la TAGT pré et postopératoire : l'abaissement isolé de la TTA peut entraîner une médialisation modérée (en moyenne de 4 mm)**

## **DISCUSSION**

Cliniquement, la luxation épisodique de la rotule est fréquemment associée à une subluxation externe et à une course anormale de la rotule. Le but de la chirurgie est d'obtenir une stabilité de l'appareil extenseur, une course rotulienne normale et un soulagement des zones d'hyperpressions cartilagineuses.

Dans la littérature, l'abaissement de la TTA a été décrit comme une méthode efficace pour corriger une hauteur

rotulienne excessive ou une course rotulienne anormale et donc améliorer la stabilité fémoro-patellaire. Les études biomécaniques ont confirmé ces constatations cliniques [18].

Muneta *et al.* [20] a analysé sur scanner la position de la TTA chez 60 femmes présentant un syndrome fémoro-patellaire douloureux ainsi que chez 19 femmes "témoin" en bonne santé. Celui-ci a confirmé l'efficacité du transfert de la TTA dans la correction des anomalies de la course rotulienne.

Ramappa *et al.* [24] a étudié sur cadavre les variations de pression exercées au niveau des compartiments interne et externe de l'articulation fémoro-patellaire lors de la flexion du genou ainsi que les modifications de la course rotulienne après deux types d'ostéotomie de la TTA. Celui-ci montrait que la médialisation et l'avancement/médialisation de la TTA avaient la même efficacité dans le traitement d'une course rotulienne anormale.

Les ostéotomies d'Elmslie-Trillat [17, 22, 26] et de Fulkerson [9, 10] permettent d'obtenir des résultats postopératoires satisfaisants dans les luxations épisodiques de rotule. Ces opérations sont actuellement les plus utilisées dans le traitement des anomalies de l'articulation fémoro-patellaire.

Dans la littérature, les résultats cliniques pour l'opération d'Elmslie-Trillat sont de 91 % de bons et excellents résultats à 4 ans de recul et de 64 % à 10 ans [21]. La dégradation des résultats à long terme peut être expliquée par la fréquence des douleurs de l'articulation fémoro-patellaire alors qu'aucune récurrence de luxation rotulienne n'a été observée. Cependant, ces résultats sont difficilement interprétables à cause de la faible homogénéité des groupes et du taux élevé de patients non revus (plus de 50 %) [3, 7].

Wang *et al.* [30] a évalué 48 patients (53 genoux) ayant eu un geste de réalignement pour instabilité et douleur fémoro-patellaire après échec du traitement médical conservateur bien mené pendant au moins

6 mois. Dans cette série, les résultats ont été satisfaisants pour 89 % des genoux et décevants dans 11 % avec un recul de 25 à 96 mois. Cependant, les auteurs ont conclu qu'une sélection des patients ainsi qu'une technique chirurgicale inappropriées étaient responsables des cas de mauvais résultats.

Dans une étude prospective, Koeter *et al.* [16] a analysé deux groupes de 30 patients ayant présenté soit une subluxation externe de la rotule douloureuse soit une luxation épisodique de rotule. Dans tous les cas, une transposition de la TTA a été réalisée selon une planification préopératoire avec scanner. Une TAGT supérieure à 15 mm chez des patients symptomatiques était considérée comme une indication chirurgicale. Les résultats cliniques ont montré une amélioration significative concernant la douleur et le score fonctionnel dans les deux groupes.

Dans notre expérience, l'opération d'Elmslie-Trillat reste une intervention de première intention dans le traitement de la luxation épisodique de rotule en présence d'une rotule haute et/ou d'une TAGT excessive. Nous avons analysé le résultat fonctionnel de 174 genoux opérés entre 1988 et 1999 pour cette pathologie [26]. Le recul moyen était de 5 ans (24-152 mois). Le score International Knee Documentation Committee (IKDC) était utilisé [15]. Le score IKDC postopératoire moyen était de 77,2 (45,9-95,4) et 94,5 % des patients étaient satisfaits ou très satisfaits au dernier recul. Néanmoins, une légère douleur et/ou gêne était notée dans 37,6 % des cas. La gêne était souvent en rapport avec le matériel d'ostéosynthèse et disparaissait après ablation du matériel. Cependant, la comparaison des résultats de la chirurgie des parties molles et de la transposition de la TTA dans le traitement de la luxation rotulienne n'a pas été réalisée dans la littérature.

Levigne [19] a analysé les causes d'échec du traitement chirurgical des luxations rotuliennes ainsi que les résultats des reprises chirurgicales dans une série de 83 genoux



(71 patients). La correction des troubles mécaniques induits par la première intervention constituait l'un des objectifs de la reprise chirurgicale [19]. La persistance d'une rotule haute était associée à un taux d'échec de 45 %. C'était le facteur anatomopathologique le plus souvent retrouvé chez les patients ayant eu une reprise chirurgicale pour stabilisation.

## CONCLUSION

Les facteurs anatomopathologiques ne sont pas constants et toute luxation épisodique de

la rotule ne peut pas être corrigée uniquement par un geste osseux de réalignement ou par un geste des parties molles [27]. Comme énoncé par Henri Dejour, le traitement chirurgical de l'instabilité rotulienne doit être considéré comme "un menu à la carte" : l'intervention chirurgicale doit être planifiée soigneusement en prenant en compte des particularités clinique et radiologique de chaque patient. Les gestes des parties molles et osseuses font partie de l'arsenal thérapeutique et leur association doit être discutée [8]. Cependant, l'ostéotomie de la TTA doit être considérée dans tous les cas de luxation épisodique de la rotule associée à une rotule haute ou à une TAGT excessive.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BERNAGEAU J., GOUTALLIER D., DEBEYRE J., FERRANE J. 1975. [New exploration technic of the patellofemoral joint. Relaxed axial quadriceps and contracted quadriceps]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 61 Suppl 2: 286-90.
- [2] BLACKBURNE J.S., PEEL T.E. 1977. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br*, 59(2): 241-2.
- [3] BROWN D.E., ALEXANDER A.H., LICHTMAN D.M. 1984. The Elmslie-Trillat procedure: evaluation in patellar dislocation and subluxation. *Am J Sports Med*, 12(2): 104-9.
- [4] CATON J., DESCHAMPS G., CHAMBAT P., LERAT J.L., DEJOUR H. 1982. [Patella infera. Apropos of 128 cases]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 68(5): 317-25.
- [5] CATON J., MIRONNEAU A., WALCH G., LEVIGNE C., MICHEL C.R. 1990. [Idiopathic high patella in adolescents. Apropos of 61 surgical cases]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 76(4): 253-60.
- [6] DEJOUR H., WALCH G., NOVE-JOSSERAND L., GUIER C. 1994. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2(1): 19-26.
- [7] FIELDING J.W., LIEBLER W.A., KRISHNE URS N.D., WILSON S.A., PUGLISI A.S. 1979. Tibial tubercle transfer: a long-range follow-up study. *Clin Orthop Relat Res*, (144): 43-4.
- [8] FITHIAN D.C., NEYRET P., SERVIEN E. 2007. Patellar instability: The Lyon Experience. *Techniques in Knee surgery*. 6: 51-59.
- [9] FULKERSON J.P. 1983. Anteromedialization of the tibial tuberosity for patellofemoral malalignment. *Clin Orthop Relat Res*, (177): 176-81.
- [10] FULKERSON J.P., BECKER G.J., MEANEY J.A., MIRANDA M., FOLCIK M.A. 1990. Anteromedial tibial tubercle transfer without bone graft. *Am J Sports Med*, 18(5): 490-6; discussion 496-7.
- [11] GOLDTHWAIT J.E. 2003. Slipping or recurrent dislocation of the patella: with the report of eleven cases. *American Journal of Orthopedic Surgery*, Vol. 1, pp. 293-308, 1903. *J Bone Joint Surg Am*, 85-A(12): 2489.
- [12] GOUTALLIER D., BERNAGEAU J., LECUDONNEC B. 1978. The measurement of the tibial tuberosity. Patella groove distanced technique and results (author's transl). *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 64(5): 423-8.
- [13] GRELSAMER R.P. 2000. Patellar malalignment. *J Bone Joint Surg Am*, 82-A(11): 1639-50.
- [14] INSALL J., SALVATI E. 1971. Patella position in the normal knee joint. *Radiology*, 101(1): 101-4.
- [15] IRRGANG J.J., ANDERSON A.F., BOLAND A.L., HARNER C.D., KUROSAKA M., NEYRET P., RICHMOND J.C., SHELBORNE K.D. 2001. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med*, 29(5): 600-13.
- [16] KOETER S., DIKS M.J., ANDERSON P.G., WYMENGA A.B. 2007. A modified tibial tubercle osteotomy for patellar maltracking: results at two years. *J Bone Joint Surg Br*, 89(2): 180-5.



- [17] KUMAR A., JONES S., BICKERSTAFF D.R., SMITH T.W. 2001. Functional evaluation of the modified Elmslie-Trillat procedure for patello-femoral dysfunction. *Knee*, 8(4): 287-92.
- [18] KURODA R., KAMBIC H., VALDEVIT A., ANDRISH J.T. 2001. Articular cartilage contact pressure after tibial tuberosity transfer. A cadaveric study. *Am J Sports Med*, 29(4): 403-9.
- [19] LEVIGNE C. 1988. Iterative surgery for patellar instability and pain. Analysis of causes of failure and results of re-intervention in 160 cases. *Thèse Centre Hospitalier Lyon Sud. Université Claude Bernard - Lyon 1*: 146.
- [20] MUNETA T., YAMAMOTO H., ISHIBASHI T., ASAHINA S., FURUYA K. 1994. Computerized tomographic analysis of tibial tubercle position in the painful female patellofemoral joint. *Am J Sports Med*, 22(1): 67-71.
- [21] NAKAGAWA K., WADA Y., MINAMIDE M., TSUCHIYA A., MORIYA H. 2002. Deterioration of long-term clinical results after the Elmslie-Trillat procedure for dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br*, 84(6): 861-4.
- [22] NARANJA R.J. J<sup>r</sup>, REILLY P.J., KUHLMAN J.R., HAUT E., TORG J.S. 1996. Long-term evaluation of the Elmslie-Trillat-Maquet procedure for patellofemoral dysfunction. *Am J Sports Med*, 24(6): 779-84.
- [23] NEYRET P., ROBINSON A.H., LE COULTRE B., LAPRA C., CHAMBAT P. 2002. Patellar tendon length - the factor in patellar instability? *Knee*, 9(1): 3-6.
- [24] RAMAPPA A.J., APRELEVA M., HARROLD F.R., FITZGIBBONS P.G., WILSON D.R., GILL T.J. 2006. The effects of medialization and anteromedialization of the tibial tubercle on patellofemoral mechanics and kinematics. *Am J Sports Med*, 34(5): 749-56.
- [25] SERVIEN E., AIT SI SELMI T., NEYRET P. 2002. Resultats des transferts de TTA et de la plastie du vaste interne. Le genou du sportif. *Montpellier : Sauramps médical*: 97-106.
- [26] SERVIEN E., AIT SI SELMI T., NEYRET P. 2004. Subjective evaluation of surgical treatment for patellar instability. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 90(2): 137-42.
- [27] SERVIEN E., VERDONK P.C., NEYRET P. 2007. Tibial tuberosity transfer for episodic patellar dislocation. *Sports Med Arthrosc*, 15(2): 61-7.
- [28] SIMMONS E. J<sup>r</sup>, CAMERON J.C. 1992. Patella alta and recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop Relat Res*, (274): 265-9.
- [29] TRILLAT A., DEJOUR H., COUETTE A. 1964. Diagnosis and Treatment of Recurrent Dislocations of the Patella. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 50: 813-24.
- [30] WANG C.J., CHAN Y.S., CHEN H.H., WU S.T. 2005. Factors affecting the outcome of distal realignment for patellofemoral disorders of the knee. *Knee*, 12(3): 195-200.





# **RÉSULTATS À LONG TERME DES TRANSPOSITIONS DE LA TUBÉROSITÉ TIBIALE ANTÉRIEURE DANS LE TRAITEMENT DES LUXATIONS ÉPISODIQUES DE ROTULE**

*J.-M. FAYARD, E. SERVIEN, PH. NEYRET*

## **INTRODUCTION**

Parmi les nombreuses techniques chirurgicales proposées dans le traitement des luxations épisodiques de la rotule, les gestes de transfert de la tubérosité tibiale antérieure sont ceux qui sont le plus couramment effectués. Depuis les travaux de H. Dejour, la prise en charge thérapeutique comporte pour notre équipe un traitement "à la carte" [12] dont la séquence chirurgicale est dictée par les données du bilan radiographique et scannographique. Si leur efficacité a été rapportée par Elvire Servien lors des Journées du Genou de 1999, les conséquences à long terme du transfert de la tubérosité tibiale antérieure (TTA) tant sur le compartiment fémoro-patellaire que fémoro-tibial sont mal connues. Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer les résultats à long terme fonctionnels mais aussi radiographiques sur les compartiments fémoropatellaires et fémorotibiaux du transfert de la tubérosité tibiale antérieure.

## **MATÉRIELS ET MÉTHODES**

Entre novembre 1988 et décembre 2004, 226 patients (n=280 genoux) présentant des luxations épisodiques de la rotule ont été opérés par ou sous la responsabilité de l'un des auteurs (Ph. N.)

201 patients (n=258 genoux) ont été opérés d'une transposition de la TTA pour des luxations épisodiques de la rotule.

L'âge moyen lors de la chirurgie était de 23,9 ans. Le recul moyen lors de la révision était de  $9 \pm 4$  années (2-18,3 ans).

Les patients ont été évalués sur le plan subjectif suivant le questionnaire de *l'International Knee Documentation Committee*.

90 patients ont pu être revus cliniquement, 18 ont été interrogés par téléphone (132 genoux). 2 patients (n=3 genoux) présentant une rupture du ligament croisé antérieur ou ayant été opérés d'une ménissectomie interne ont été exclus. 129 genoux ont donc été analysés.



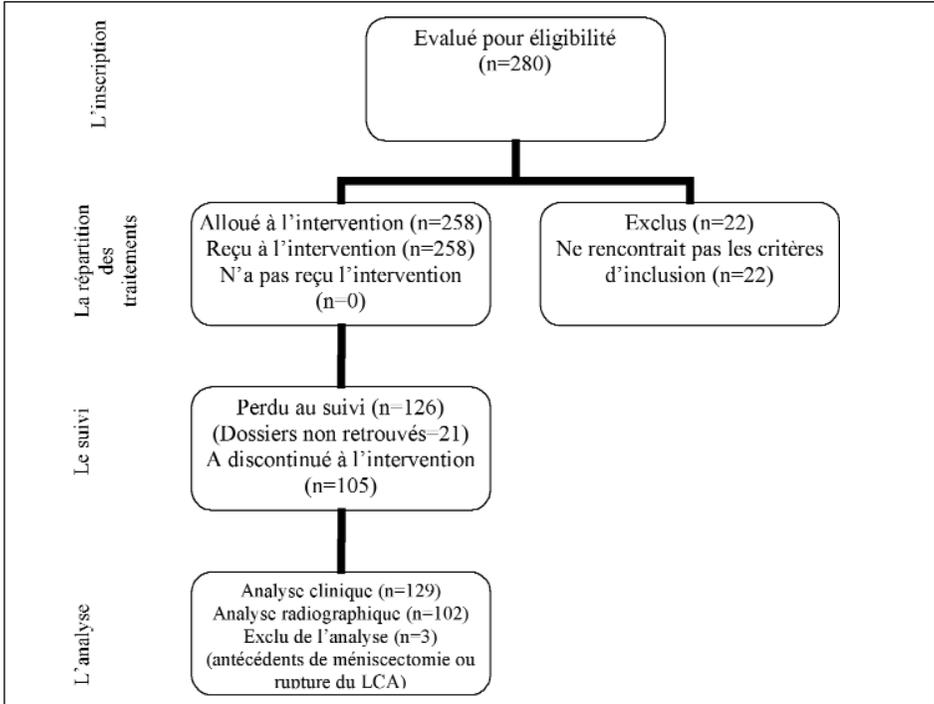


Fig. 1

## Les gestes réalisés

Après avoir dégagé la tubérosité tibiale antérieure (TTA) en dedans et en dehors, une baguette osseuse de six centimètres était réalisée.

Le transfert à réaliser était dicté par les résultats de la planification préopératoire. S'il existait une rotule haute (indice de Caton et Deschamps [1] > 1,2) sur les clichés radiographiques de profil, nous avons réalisé un abaissement de la TTA. L'objectif était d'obtenir un indice de Caton et Deschamps égal à 1 en postopératoire. En cas de TAGT excessive (supérieure à 20 mm), nous avons réalisé une médialisation. L'objectif postopératoire était d'obtenir une TAGT autour de 12 mm. En cas d'association de ces anomalies, un geste mixte est réalisé. La TTA était ensuite fixée par deux vis de 4.5 mm en compression en cas d'abaissement. Si une médialisation

isolée était réalisée, nous laissons la baguette pédiculée distalement.

15 genoux ont eu un abaissement isolé, 19 genoux une médialisation isolée et 95 genoux un abaissement associé à une médialisation.

Les gestes associés étaient :

- 114 plasties du vaste médial,
- 34 ténodèses du tendon rotulien,
- 4 trochléoplasties.

Le bilan radiographique (n=102) au recul comportait :

- un cliché du genou de profil strict à 30° de flexion permettant d'analyser la hauteur rotulienne selon les critères Caton et Deschamps,
- un cliché de face en charge et des schuss afin d'évaluer le statut cartilagineux selon la classification d'Ahlback modifiée,



- des vues axiales de rotule à 30° de flexion permettant d'analyser le compartiment fémoro-patellaire selon la classification d'Iwano [15].

Nous avons isolé 60 patients présentant une atteinte unilatérale et un bilan radiographique des deux genoux.

Au scanner (n=61), nous avons analysé la TAGT postopératoire.

Toutes les données ont été saisies et analysées par informatique. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Excel® (Microsoft Corp, Richmond, USA).

Le test paramétrique de Student a été utilisé pour tester les liens entre les paramètres en fonction du type de données. Le seuil de significativité était  $p < 0,05$ .

## RÉSULTATS

### Résultats subjectifs

112 patients étaient satisfaits ou très satisfaits (86,8 %), 16 déçus (12,4 %) et 1 mécontent (0,8 %).

105 scores IKDC subjectifs ont été collectés au recul.

Le score IKDC moyen était 74 (22-98). L'item présentant le score le plus faible concernait l'agenouillement. Le tableau ci-dessous récapitule les résultats concernant le score IKDC (tableau 1).

Activité	Pas difficile	Légèrement Difficile	Difficile	Très difficile	Impossible
Monter les escaliers	69,5 % n=73	14,3 % n=15	13,3 % n=14	2,9 % n=3	N=0
Descendre les escaliers	69,5 % n=73	17,1 % n=18	10,5 % n=11	2,9 % n=3	N=0
S'agenouiller	19,1 % n=20	30,5 % n=32	27,6 % n=29	11,4 % n=12	11,4 % n=12
S'accroupir	36,2 % n=38	27,6 % n=29	21,9 % n=23	4,8 % n=5	9,5 % n=10
S'asseoir	92,4 % n=97	3,8 % n=4	3,8 % n=4	n=0	N=0
Se lever d'une chaise	85,7 % n=90	6,7 % n=7	6,7 % n=7	0,9 % n=1	N=0
Courir en ligne droite	58,1 % n=61	15,2 % n=16	11,4 % n=12	4,8 % n=5	10,5 % n=11
Sauter et réception sur jambe faible	41,9 % n=44	22,9 % n=24	16,2 % n=17	8,5 % n=9	10,5 % n=11
S'arrêter et repartir brusquement	58,1 % 61	16,2 % 17	14,3 % 15	3,8 % 4	7,6 % 8

Tableau 1



Nous avons rapporté 11 complications.  
11 patients ont présenté une récurrence de luxation (8,5 %).  
2 patients ont été réopérés pour une rotule basse.  
Une patiente a été opérée dans un autre centre par une prothèse fémoro-patellaire pour une arthrose fémoropatellaire.

### Résultats radiographiques

89,1 % (n=115) des genoux présentaient une dysplasie de trochlée [9].

Le taux d'arthrose fémorotibiale était de 6,8 % (n=7 genoux). Il s'agissait uniquement d'arthrose fémorotibiale interne stade 1 d'Alhback.

5 genoux controlatéraux non opérés (8,3 %) présentaient une arthrose fémorotibiale au recul.

Le taux d'arthrose fémoropatellaire était de 35,3 % au recul (n=36 genoux). La répartition était la suivante : arthrose interne 13,7 % (n=14 genoux), arthrose externe 19,6 % (n=20 genoux), arthrose globale 2 % (n = 2 genoux) (tableau 2).

6 genoux controlatéraux non opérés (10 %) présentaient une arthrose fémoropatellaire au recul, il s'agissait uniquement d'arthrose fémoropatellaire externe.

### L'abaissement isolé (n=10)

L'indice de Caton moyen avant l'intervention était de 1,23 (1,12-1,31). Au dernier recul, l'in-

dice moyen était de 0,85. Aucun patient ne présentait une rotule haute en postopératoire.

Aucun patient ne présentait une arthrose fémoro-tibiale interne. Tous les patients étaient indemnes d'arthrose fémoropatellaire au recul.

### La médialisation isolée (n=19)

L'indice de Caton moyen avant l'intervention était de 0,85. Au dernier recul, l'indice moyen était de 0,85.

2 patients (n=2 genoux) présentaient une arthrose fémoro-tibiale interne soit 10,5 %. Le pourcentage d'arthrose fémoro-patellaire était de 63 % (n=12 genoux) au dernier recul. Il existait 4 cas d'arthrose interne, 7 cas d'arthrose externe et 1 cas d'arthrose globale.

### Abaissement et médialisation (n=73)

L'indice de Caton moyen avant l'intervention était de 1,13. Au dernier recul, l'indice moyen était de 0,91. 3 genoux présentaient une rotule haute.

5 genoux présentaient une arthrose fémorotibiale interne. Le pourcentage d'arthrose fémoro-patellaire était de 25,2 % (n=24) au dernier recul. Il existait 10 cas d'arthrose fémoropatellaire interne, 13 cas d'arthrose fémoropatellaire externe et 1 cas d'arthrose fémoropatellaire globale (tableau 3 et fig. 2).

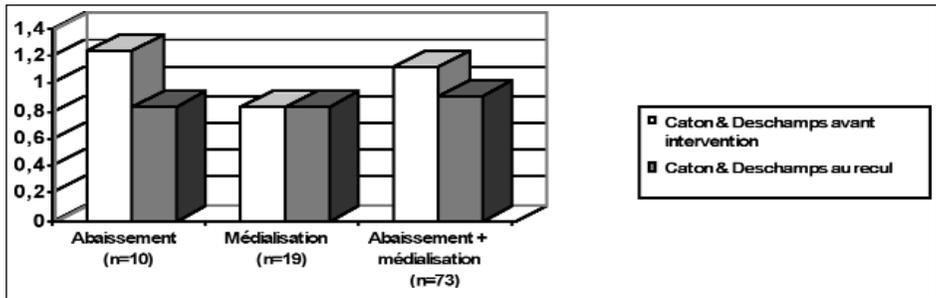
n=102	Arthrose fémoropatellaire (AFP)	Arthrose externe (AFPE)	Arthrose interne (AFPI)	Arthrose globale (AFPG)
Avant l'intervention	n=0			
Dernier recul	n=36 (35,3 %)	n=20 (19,6 %)	n=14 (13,7 %)	n=2 (2 %)

Tableau 2



	<b>Abaissement (n=10)</b>	<b>Médialisation (n=19)</b>	<b>Procédure combinée (n=73)</b>
<b>Caton &amp; Deschamps préopératoire</b>	1.25 (1.1-1.8)	0.85 (0.6-1.1)	1.13 (0.8-1.8)
<b>Caton &amp; Deschamps postopératoire</b>	0.85 (0.7-1.1)	0.85 (0.6-1)	0.91 (0.5-1.4)

**Tableau 3**



**Fig. 2**

Après analyse des clichés de 60 patients présentant une atteinte unilatérale, l'existence d'une arthrose fémoro-tibiale interne n'était pas corrélée à la réalisation d'un geste de médialisation.

Nous n'avons pas trouvé de corrélation entre l'importance de la médialisation et l'existence d'une arthrose fémoro-tibiale.

En revanche, le taux d'arthrose fémoropatellaire (sur les deux compartiments) était significativement plus important dans le groupe des genoux opérés ( $p=0,0006$ ). Et le taux d'arthrose interne était significativement plus élevé en cas de médialisation ( $p=0,003$ ).

La TAGT moyenne avant l'intervention était de 17 mm. Au dernier recul, la TAGT moyenne était de 10,4 mm.

Après l'intervention, la TAGT a été évaluée à 12,8 mm après médialisation, 9,1 mm après abaissement et 9,5 mm après procédure mixte (tableau 4).

La gravité de l'arthrose fémoropatellaire n'était pas corrélée à l'importance de la TAGT après l'intervention.

La TAGT moyenne des patients présentant une arthrose fémoropatellaire interne était de 8 mm. La TAGT moyenne des patients ne présentant pas d'arthrose fémoropatellaire

	<b>Abaissement isolé</b>	<b>Médialisation isolée</b>	<b>Abaissement + médialisation</b>
<b>TAGT moyenne préopératoire</b>	12,1	17,8	17,6
<b>TAGT moyenne postopératoire</b>	9,2	12,8	9,5

**Tableau 4**



interne était de 9,7 mm. Néanmoins, en raison d'un manque de puissance statistique, il n'était pas possible d'établir une corrélation entre l'existence d'une arthrose fémoropatellaire interne et la TAGT postopératoire.

## DISCUSSION

### *Résultats subjectifs*

La série de Fielding [11] portant sur 377 transferts de la tubérosité tibiale antérieure au recul moyen de 3 ans et demi-fait état de 80 % de bons et excellents résultats. Wang [25] rapporte 88 % de bons et excellents résultats au recul moyen de 42 mois et pour cet auteur, les résultats sont liés à la gravité des lésions cartilagineuses initiales. Néanmoins, Nakagawa [21] souligne le fait qu'il existe une dégradation progressive des résultats subjectifs. En effet, l'auteur publie 91 % de bons et très bons résultats au recul moyen de 45 mois et seulement 64 % à 161 mois de recul. Ces observations sont confirmées par l'étude de Carney [6] qui rapporte 73 % bons ou excellents résultats au recul moyen de 3 ans et seulement 54 % au recul de 26 ans. Évaluant la même série de patients que la nôtre au recul moyen de 5 ans, Servien [24] rapporte 94 % de patients satisfaits et très satisfaits ainsi qu'un score IKDC subjectif moyen de 77 points. A 9 ans de recul moyen, les résultats subjectifs de notre série sont en accord avec les données de la littérature.

### *Résultats sur la stabilité*

Les taux de récurrence rapportés dans la littérature sont similaires à ceux que nous avons notés. En effet, Aglietti [1] fait état de 4 % d'échecs, Nakagawa [21] 13 %. Carney [6] rapporte 7 % de récurrence et ce taux est stable dans le temps. Barber [3] au recul 98 mois publie 8,6 % d'échecs. Nous rapportons un

taux de récurrence légèrement supérieur à celui publié par notre équipe [24] au recul de 5 ans.

### *Résultats radiographiques*

#### *Analyse du compartiment fémoropatellaire*

L'évolution arthrosique et l'existence de lésions cartilagineuses fémoropatellaires sont intimement liées. En effet, Iwano [15] rapporte que 28 % des patients ayant des lésions arthrosiques fémoro-patellaire isolées ont des antécédents de luxations de rotule. Mäenpää [20] rapporte 13 % d'arthrose fémoro-patellaire après traitement conservateur. Nomura [22] rappelle que les lésions cartilagineuses sont constituées lors de la luxation. En effet, l'auteur rapporte 96 % de lésions cartilagineuses patellaires après luxations de rotule. Dans 85 % des cas, ces lésions concernent la facette interne et/ou la crête médiane.

Aussi les études à long terme analysant les résultats des techniques de stabilisation sur le compartiment fémoro-patellaire retrouvent généralement des taux d'arthrose fémoro-patellaire variables mais la topographie de ces lésions n'est généralement pas précisée dans la littérature. Ainsi Hampson [14] rapporte 71 % d'arthrose fémoro-patellaire à 16 ans de recul moyen. Ce taux étant plus important chez les patients ayant le plus long recul. Dans la série de Juliusson [16], plus de deux tiers des patients présentaient une arthrose fémoropatellaire au recul moyen de 18 ans. Mäenpää [20] rapporte 17 % d'arthrose après traitement chirurgical au recul moyen de 13 ans. Arnbjörnsson [2] retrouve 27 % de lésions dégénératives après transfert distal. Nous rapportons 35,6 % d'arthrose fémoropatellaire que ce soit interne ou externe au recul moyen de 9 ans ce qui semble être en accord avec les données de la littérature.



Kuroda [18] insiste sur le fait qu'une hypermédialisation s'accompagne d'une augmentation des contraintes fémoropatellaires. Dans la série de Lévine [19], l'auteur souligne le fait que les patients ayant un conflit interne présentent une TAGT < 5 mm. Pour Benvenuti [5], la médialisation diminue les contraintes fémoropatellaires externes mais augmente les contraintes internes de 154 %. Dans notre série, aucun cas d'arthrose fémoropatellaire n'a été retrouvé après abaissement isolé ; en revanche, nous avons noté 20 % d'arthrose fémoropatellaire interne après médialisation et abaissement associé à une médialisation. Nous rapportons une TAGT moyenne de 8 mm chez les patients présentant une arthrose fémoropatellaire interne alors que la TAGT moyenne des patients indemnes d'arthrose est de 9,7 mm.

Pour Goutallier [13], le mode d'expression d'une TAGT élevée dépend de la forme de la trochlée. Si l'angle trochléen est ouvert avec une faible pente, celle-ci favorise la subluxation rotulienne externe. En revanche si l'angle est fermé, ceci favorise, l'hyperpression de la rotule sur la joue externe de la trochlée. En cas de dysplasie, l'angle trochléen peut être ouvert à la partie proximale et fermé à la partie distale. Dans notre série, nous rapportons 19,6 % d'arthrose fémoropatellaire externe et 89,1 % des patients présentent une dysplasie de trochlée.

### *Analyse du compartiment fémoro-tibial*

L'étude cadavérique de Kuroda [18] rapporte une augmentation des pressions de contact fémorotibial interne en cas d'hypermédialisation. Cette étude et l'étude clinique de Pache [23] recommandent la prudence en cas de réalisation d'une médialisation de la TTA sur genu varum. Cette intervention favorise selon les auteurs le développement de lésions dégénératives du compartiment interne. Néanmoins, l'étude biomécanique de Kuroda a été effectuée sur des genoux normaux (angle Q normal) et aucune men-

tion n'a été faite de la morphologie trochléenne. Nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre la survenue d'une arthrose fémorotibiale et l'importance de la médialisation. Quelques autres études cliniques ont rapporté une dégradation du compartiment fémorotibial [4, 17] mais incluent des patients présentant également des lésions méniscales ou une laxité antérieure chronique. L'analyse radiographique des deux genoux chez les patients présentant une atteinte unilatérale n'a pas montré d'incidence plus importante de l'arthrose en cas de médialisation que sur les genoux index.

## CONCLUSION

Le transfert de la tubérosité tibiale antérieure donne des résultats subjectifs à long terme satisfaisants. Cette technique apporte un bon résultat sur le plan de la stabilité rotulienne. L'analyse des résultats radiographiques montre qu'il existe une évolution arthrosique du compartiment fémoropatellaire. Cette évolution sur le versant externe semble liée au fait que la cinétique rotulienne est modifiée en raison de l'existence de la dysplasie de trochlée. Par ailleurs, en cas de correction insuffisante, il persiste une hyperpression sur le versant externe. Dans certains cas, il existe une dégradation arthrosique sur compartiment fémoropatellaire interne car des lésions cartilagineuses sont constituées lors des épisodes de luxations et une part de iatrogénie est parfois en cause. Pendant l'intervention, l'importance de la médialisation est dictée par la TAGT, la correction à effectuer est alors objective et mesurée mais il existe un risque d'hypercorrection lié à l'opérateur par crainte d'une récurrence de luxation. Désormais afin de pallier cet inconvénient, nous associons une reconstruction du ligament patello fémoral médial (MPFL) qui autorise une médialisation plus modérée. La médialisation excessive expose à des conflits fémoro-patellaires internes à 30° de flexion car ce geste permet une stabilisation à partir



de 30°. Le MPFL permet de stabiliser la rotule entre 0° et 30° de flexion et donc évite de réaliser une médialisation excessive.

En revanche, aucune corrélation à 9 ans de recul n'a été trouvée entre la réalisation

d'une médialisation et la survenue d'arthrose fémorotibiale interne. Néanmoins, les effets sont insuffisants et une analyse radiographique avec un recul supérieur permettrait de conforter ces constatations.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AGLIETTI P., BUZZI R., DE BIASE P., GIRON F. 1994. Surgical treatment of recurrent dislocation of the patella. *Clin Orthop* (308): 8-17.
- [2] ARNBJÖRNSSON A., EGUND N., RYDLING O., STOCKERUP R., RYD L. 1992. The natural history of recurrent dislocation of the patella. Long term results of conservative and operative treatment. *J Bone Joint Surg Br* (74): 140-142.
- [3] BARBER F.A., MC GARRY J.E. 2008. Elmslie-Trillat procedure for treatment of recurrent patellar instability. *Arthroscopy* (24): 77-81.
- [4] BARBARI S., RAUGSTAD T.S., LICHTENBERG N., REFVEM D. 1990. The Hauser operation for patellar dislocation. 3632 year results in 63 knees. *Acta orthop Scand* (61): 32-35.
- [5] BENVENUTTI J.F., RAKOTOMANANA L., LEYVRAZ P.F., PIOLETTI D.P., HEEGAARD J.H., GENTON M.G. 1997. Displacement of the tibial tuberosity. *Clin Orthop* (343): 224-234.
- [6] CARNEY J.R., MOLOGNE T.S., MULDOON M., COX J.S. 2005. Long-term evaluation of the Roux-Elmslie-Trillat procedure for patellar instability: a 26-year follow-up. *Am J Sports Med* (33): 1220-1223.
- [7] CATON J. 1989. Méthode de mesure de la hauteur de rotule. *Acta Orthop Belg* (55): 385-386.
- [8] CHAMBAT P., DEJOUR H. 1980. Transpositions de la tubérosité tibiale antérieure au recul de plus de 10 ans. *Rev Chir Orthop* 66: 222-5.
- [9] DEJOUR H., WALCH G., NOVÉ-JOSSERAND L., GUIER C. 1994. Factors of patellar instability: anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (1): 19-26.
- [10] DIKS M.J., WYMENGA A.B., ANDERSON P.G. 2003. Patients with lateral tracking patella have better pain relief following CT-guided tuberosity transfer than patients with unstable patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (11): 384-388.
- [11] FIELDING J.W., LIEBLER W.A., KRISHNE URS N.D., WILSON S.A., PUGLIS A.S. 1979. Tibial tubercle transfer: a long range follow-up study. *Clin Orthop* (144): 43-4.
- [12] FITHIAN D.C., NEYRET P. 2007. Patellar instability: the Lyon experience. *Techniques in Knee Surgery* (2): 112-123.
- [13] GOUTALLIER D. 1999. La rotule douloureuse non arthrosique. *Cahier d'enseignement de la SOFCOT : Pathologie fémoropatellaire* (71) : 83-92.
- [14] HAMPSON W.G., HILL P. 1975. Late results of transfer of the tibial tubercle for recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br* (57): 209-213.
- [15] IWANO T., KUROSAWA H., TOKUYAMA H., HOSHIKAWA Y. 1990. Roentgenographic and clinical findings of patellofemoral osteoarthritis. *Clin Orthop* (252): 190-197.
- [16] JULIUSSON R., MARKHEDE G. 1984. The Hauser procedure for recurrent dislocation of the patella. A long term follow-up study with special reference to osteoarthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* (103): 42-46.
- [17] KUMMEL B. 1981. Tibiofemoral incongruity in association with patellar instability. *Clin Orthop* (155) : 97-104.
- [18] KURODA R., KAMBIC H., VALDEVIT A., ANDRISH J.T. 2001. Articular contact pressure after tibial tubercle transfer: A cadaveric study. *Am J Sports Med* (29): 403-409.
- [19] LÉVIGNE C. 1988. Chirurgie itérative des instabilités rotuliennes et des syndromes douloureux rotuliens : analyse des causes d'échecs et résultats des réinterventions. A propos de 160 cas. *Thèse Med n° 380, Lyon*.
- [20] MÄENPÄÄ H., LEHTO M.U. 1997. Patellofemoral osteoarthritis after patellar dislocation. *Clin Orthop* (339): 156-162.
- [21] NAKAGAWA K., WADA Y., MINAMIDE M., TSUCHIYA A., MORIYA H. 2002. Deterioration of long-term clinical results after the Elmslie-Trillat procedure for dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br* (84): 861-864.
- [22] NOMURA E., INOUE M. 2004. Cartilage lesions of the patella in recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* (32): 498-502.
- [23] CACHE T., MEYSTRE J.L., DELGADO-MARTINS H., SCHNYDER P. 1985. Transplantation de la tubérosité tibiale antérieure selon la technique d'Elmslie-Trillat. Indications en fonction du morphotype. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* (71) : 359-364.
- [24] SERVIEN E., AIT SI SELMI T., NEYRET P. 2004. Evaluation subjective des résultats du traitement chirurgical des instabilités rotuliennes. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* (90) : 137-142.
- [25] WANG C.J., CHAN Y.S., CHEN H.H., WU S.T. 2005. Factors affecting the outcome of distal realignment for patellofemoral disorders of the knee. *Knee* (12): 195-200.



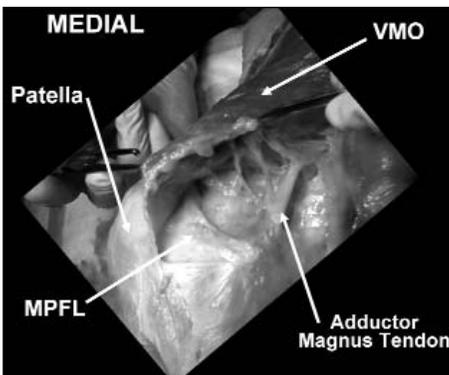


# ***ANATOMY AND BIOMECHANICS OF PATELLOFEMORAL RESTRAINTS*** *(with particular reference to surgical concerns)*

E. ARENDT

## **MEDIAL SIDE**

The Medial PF Ligament (MPFL) attaches to the femur 10mm proximal and 2mm posterior to the medial epicondyle, in the saddle between the medial epicondyle and the adductor tubercle (fig. 1). Its patella attachment is approximated at the junction of the upper and middle thirds of the patella, typically at the location where the perimeter of the patella becomes more vertical. It is the prime soft tissue restraint to lateral patella displacement. However, it is only significant in early flexion.



**Fig. 1**

As the knee progresses in flexion, trochlear geometry, patellofemoral congruence and in particular the **slope angle of the lateral wall of the trochlea** provide the major restraints to lateral patella displacement [8]. In trochlear dysplasia, the groove is often not only flattened, but shortened. The shortened groove combined with a high riding patella (patella alta) will create a larger arc of motion before the patella is protected by the confines of the lateral trochlear wall.

## **MEDIAL SIDE VMO ANATOMY**

The MPFL is “covered” by the vastus medialis obliques (VMO) fibers. Typically, 35% of the VMO is covered by these fibers in normal anatomy [11]. With VMO dysplasia, the ligament is “uncovered” most notably due to loss of fiber obliquity (fig. 2).



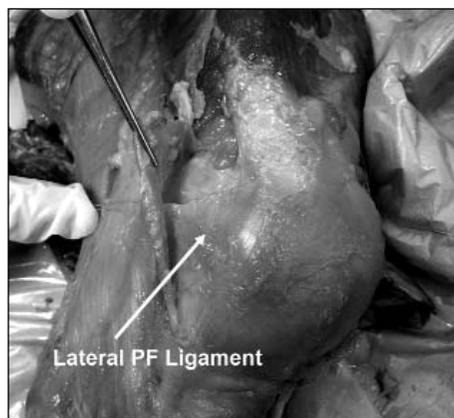


Fig. 2

## HOW STRONG IS THE MPFL? (Table 1)

MPLF Elongation to failure: mean 25.8mm, standard deviation 6.6, range 14 to 34 [1]. Graft stiffness (change in length/ ultimate load) likely matters.

## MPFL ATTACHMENT SITES – ISOMETRIC/ISOANATOMIC

There is no evidence to date that the MPFL functions isometrically. MPFL is most loaded (longest) in full extension **with quads loaded**.

With quads relaxed, the “longest” length of the MPFL thru ROM is debated. By 60°, morphology of the patellofemoral joint contains the patella in normal knees (figs. 3 & 4).

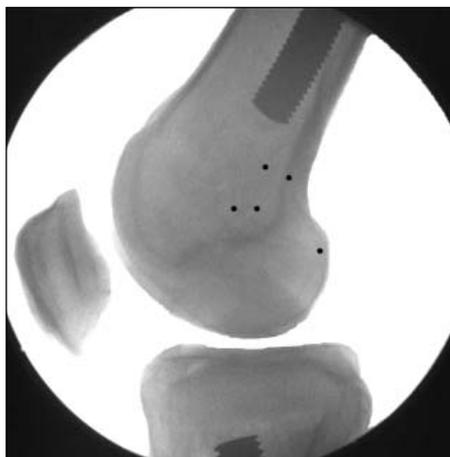


Fig. 3

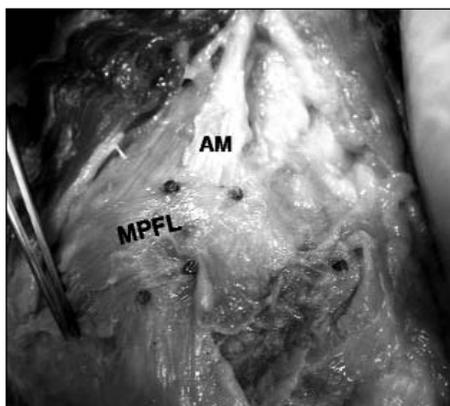


Fig. 4

**Table 1 : Comparison of Structural Properties of Various Autograft Tissues Commonly Used for ACL Reconstruction**

Tissue	Number of Specimens	Ultimate Load (N)	Stiffness (N/mm)	Reference
Semi-tendinous	11	1216 ± 50	186 ± 9	Noyes et al., 1984
Fascia lata	18	628 ± 35	118 ± 5	Noyes et al., 1984
Gacilis	17	838 ± 30	171 ± 11	Noyes et al., 1984
MPFL	10	208 ± 90	8	Amis, 2003
MPFL	12	146 ± 49	18.9 ± 1.3	Arendt, 2007



## SURGICAL IMPLICATIONS

The ideal graft would have similar stiffness, but be stronger, than the native MPFL. The current tissue used to reconstruct the MPFL is significantly stiffer than the native MPFL.

MPFL reconstruction with “stiff grafts” can produce large increases in PFJ loading if small errors in graft length and/or attachment site are present. This will have its biggest consequence if the graft length is “too short” for its arc of motion, and the length change thru an arc of motion is restricted. This will result in reduced ROM, increased forces on the medial patella facet, or both.

Graft attachment points: more research is needed. Some agreement that length change pattern depends principally on the femoral attachment point. The least change was with a point more distal on the patella and more proximal on the femur [16]. This was also the site that had the longest length between the 2 points. For one cadaver study [15], the femoral attachment site was most sensitive to position change, especially superior and anterior. The ligament was “longest” at 60° of flexion.

The graft length should allow the patella to enter the trochlear from a lateralized position, as dictated by normal PF kinematics, and allow the slope of the lateral trochlear wall and the lateral patella facet to engage its trochlear position gradually.

Intra-operatively, one should adjust the attachment sites to minimize the length change with knee flexion. If lengthening occurs in flexion, one can move the femoral attachment site more distal. If lengthening occurs in extension, one can move the femoral attachment site more proximal.

We still lack any objective evidence for an MPFL graft tensioning protocol. This must be a compromise between over-constraint causing medial patella pressure vs. slackness which allows patella subluxation in early

flexion. It appears prudent to tension your graft with the knee contained in the groove at the ROM where your graft length in the longest.

## LATERAL-SIDED LIGAMENTS

On the lateral side, the ligaments are a confluence of fibers that extend from the iliotibial track to the lateral border of the patella. This is often referred to as superficial oblique retinaculum, but it contains the lateral patellotibial ligament if one would try to have symmetry with what we see on the medial side.

However, the deeper layer has a transverse retinaculum that does not insert onto the femur, therefore “lateral patellofemoral ligament” may be misnamed. There are significant interdigitations between the superficial oblique retinacular fibers and the deep transverse retinacular fibers, often making these two layers difficult to separate in specimens or patients (fig. 5).

The strength of the lateral retinacular fibers individually is stronger than the medial side; however, the layers typically combine with specific interdigitations between them making the two layers a much stronger construct than its opposite medial side.

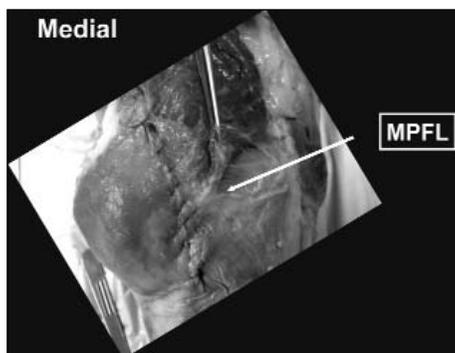


Fig. 5



## BIBLIOGRAPHY

- [1] AMIS A.A., FIRER P., MOUNTNEY J. *et al.* 2003. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 10: 215-220.
- [2] ARENDT E.A. 2007. Patellofemoral and patellotibial ligaments: Anatomy and Biomechanics, paper # 134, ISA-KOS, Florence, Italy, May.
- [3] ARENDT E.A., FITHIAN D.C., COHEN E. 2002. Current concepts of lateral patella dislocation. *Clin Sports Med.* 21: 499-519.
- [4] BEACONSFIELD T., PINTORE E., MAFFULLI N., PETRI G.J. 1994. Radiological measurements in patellofemoral disorders: a review. *Clin Orthop.* 308:18-28.
- [5] DEJOUR H., G. WALCH *et al.* 1994. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2(1): 19-26.
- [6] DESIO S.M., BURKS R.T., BACHUS K.N. 1998. Soft tissue Restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med.* 26(1):59-65.
- [7] ELIAS J.J., COSGAREA A.J. 2006. Technical errors during medial patellofemoral ligament reconstruction could overload the medial patellofemoral cartilage: a computational analysis. *Am J Sports Med* 34(9): 1478-85.
- [8] FARAHMAND F., SENAVONGSE W., AMIS A.A. 1998. Qualitative study of the quadriceps muscles and trochlear groove geometry related to the patellofemoral joint. *J Orthop Res.* 16: 136-43.
- [9] JONES R. 1995. CT determination of tibial tubercle lateralization in patients presenting with anterior knee pain. *Skeletal Radiology* 24(7): 505-9.
- [10] MOUNTNEY J., SENAVONGSE W. *et al.* 2005. Tensile strength of the medial patellofemoral ligament before and after repair or reconstruction. *J Bone Joint Surg* 87B(1):36-40.
- [11] NOMURA E., INOUE M., OSADA N. 2005. Anatomical analysis of the medial patellofemoral ligament of the knee, especially the femoral attachment. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 13(7):510-515.
- [12] POWERS C.M., LANDEL R., PERRY J. 1996. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther.* 76(9) : 946-55; discussion 956-67.
- [13] SERVIEN E., VERDONK P.C., NEYRET P. 2007. Tibial Tuberosity Transfer for Episodic Patellar Dislocation. *Sports Med Arthrosc Rev.* 15(2) :61-67.
- [14] SHAKESPEARE D., FICK D. 2005. Patellar instability: can the TT-TG distance be measured clinically? *Knee* 12:201-204.
- [15] SMIRK C., MORRIS H. 2003. The anatomy and reconstruction of the medial patello-femoral ligament. *The Knee* 10: 221-227.
- [16] STEENSEN R.N., DOPIRAK R.M., McDONALD W.G. 3<sup>rd</sup> 2004. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament. *Am J Sports Med.* 32(6) :1509-1513.





# **RECONSTRUCTION DU LIGAMENT FÉMORO-PATELLAIRE MÉDIAL DANS LES LUXATIONS ÉPISODIQUES DE LA ROTULE :**

## ***Résultats préliminaires et analyse du positionnement des tunnels osseux***

R. DEBARGE, E. SERVIEN, C. LAPRA, S. CHOMEL, PH. NEYRET

### **INTRODUCTION**

#### ***Anatomie et biomécanique du ligament fémoro-patellaire médial (MPFL)***

La première description du MPFL a été faite par Kaplan [22]. Par la suite, plusieurs études anatomiques ont précisé ses insertions [11, 19]. La longueur moyenne du MPFL est de 53 mm, sa largeur en son milieu est de 12 mm ( $\pm 3,1$  mm). Son axe (du fémur à la rotule) est oblique de bas en haut d'environ  $15,9^\circ$  ( $\pm 5,6^\circ$ ). L'insertion du MPFL est légèrement plus large (17 mm) sur la patella que sur le fémur (15,4 mm). L'étude la plus récente portant sur 20 genoux, a été réalisée par Nomura *et al.* [19] qui décrivent l'insertion fémorale du MPFL par rapport au centre de l'épicondyle médial : le MPFL s'insère à 9,5 mm ( $\pm 1,8$  mm) au-dessus et à 5 mm ( $\pm 1,7$  mm) en arrière. Sa terminaison au niveau de la rotule est variable. Pour Amis *et al.* [1] le ligament occupe près de la moitié du bord médial de la rotule, parfois il peut même occuper toute la longueur.

Le MPFL est la première structure anatomique lésée lors d'une luxation de rotule, c'est le principal frein s'opposant à la translation latérale de la rotule [2, 4]. Il représente entre 53 et 67 % de la force de résistance du rétinaculum para-patellaire médial et son action est particulièrement importante durant les trente premiers degrés de flexion du genou [5, 8, 21]. La section *in vitro* du MPFL a un effet maximal lorsque le genou est en extension complète puis diminue rapidement à partir de  $20^\circ$  de flexion [25]. La résistance mécanique du MPFL est évaluée à 208 N [15], mais il n'existe aucune donnée dans la littérature concernant l'effet du vieillissement sur les propriétés biomécaniques du MPFL.

Le MPFL est une structure anisométrique comme le retrouve Steeson *et al.* [26]. Les fibres tendues de la partie supérieure de l'insertion sur l'épicondyle fémoral à la partie inférieure de son insertion patellaire constituent le contingent le plus isométrique (variation de longueur moyenne de 1,1 mm), entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$  de flexion [15].



## **Chirurgie de l'instabilité fémoro-patellaire**

La récurrence après un premier épisode de luxation de rotule est variable dans la littérature, de 15 à 44 % selon les séries [3, 16]. L'instabilité est le principal motif du traitement chirurgical. Un algorithme de prise en charge chirurgicale fortement inspiré de H. Dejour et G. Walch, ont récemment été proposés par Fithian et Neyret [12]. Les différents gestes chirurgicaux pouvant être proposés sont les gestes osseux (trochléoplastie, ostéotomie-transfert de tubérosité tibiale antérieure) et/ou les gestes sur les parties molles (section de l'aïeron externe, plastie du vaste interne, reconstruction du MPFL). Un regain d'intérêt pour la reconstruction chirurgicale du MPFL est apparu récemment [7].

### **Buts de l'étude**

Nous rapportons les résultats préliminaires d'une série prospective de patients opérés d'une reconstruction du MPFL par autogreffe aux ischio-jambiers entre juin 2005 et avril 2007. La série comprenait des reconstructions isolées du MPFL et des reconstructions associées à d'autres gestes.

Nous avons analysé le positionnement des tunnels osseux à l'aide de radiographies standards et de l'IRM.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

### **La série**

Parmi les 48 patients ayant eu une reconstruction du MPFL depuis juin 2005, nous avons retenu la période de juin 2005 à avril 2007 afin de réaliser une étude prospective et continue avec un recul minimum de 12 mois. La série était composée de 21 genoux

(18 patients) opérés d'une luxation épisodique de la rotule (LER) par une ligamentoplastie du MPFL aux ischio-jambiers (18 tendons du demi-tendineux et 3 tendons du droit-interne). La série était composée de 10 femmes (12 genoux) et de 8 hommes (9 genoux). Le genou gauche était concerné dans 11 cas et le droit dans 10 cas. A propos du genou controlatéral, 10 genoux présentaient une LER dont 4 déjà opérés. Parmi les 21 genoux, 17 étaient vierges. Trois genoux avaient eu une intervention d'Elmslie-Trillat et un genou avait eu une arthroscopie pour ablation d'un fragment ostéo-cartilagineux secondaire à une luxation.

L'âge moyen lors du premier épisode de luxation était de 17 ans [12-39]. L'âge moyen et l'indice de masse corporelle lors de l'intervention étaient respectivement de 24 ans [15-43] et de 22,7 kg/m<sup>2</sup> [17,7-28,2]. Le délai moyen entre le premier épisode de luxation et la chirurgie était de 4 ans [0-16].

### **La technique chirurgicale**

Cette technique nous a été transmise par D. Fithian [7]. Elle comportait plusieurs temps opératoires [17].

**Arthroscopie** — Elle recherchait des lésions chondrales, une dysplasie de trochlée. Elle évaluait la course rotulienne et permettait de rechercher une translation externe (signe de Fithian sous arthroscopie).

**Prélèvement d'un tendon de la patte-d'oie** — La technique était classique. Il faut noter que parfois le droit interne (n=3) a été pris à la place du demi-tendineux (n=18).

**Préparation du transplant** — Un greffon de 16 à 20 cm était suffisant pour la reconstruction du MPFL. Les deux extrémités du greffon étaient faufilees. Puis le tendon était replié sur lui-même autour d'un fil tracteur (comme pour constituer une boucle). Sur cette extrémité il était suturé sur lui-même sur environ 2 cm. Le transplant obtenu avait



donc une forme de “Y” avec 2 monobrins libres attachés à des fils tracteurs et une extrémité double-brins avec 1 fil tracteur.

**Réalisation des tunnels rotuliens** — Une courte incision verticale d’environ 3-4 cm permettait d’exposer le bord médial de la rotule. Le surtout pré-rotulien était alors décollé. La dissection se prolongeait entre la capsule et les fibres restantes du MPFL si elles étaient présentes, entre le 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> plan capsulo-ligamentaire. Deux tunnels, distant de 10 mm, étaient réalisés avec une mèche 3,2 mm puis agrandis à 4,5 mm. Les tunnels rotuliens étaient situés dans le 1/3 supérieur de la rotule. Chaque tunnel comportait un point d’entrée au bord médial et un orifice de sortie à la face antérieure de la rotule à 8-10 mm du bord médial de la rotule.

**Réalisation du tunnel fémoral** — Une courte incision verticale d’environ 2-3 cm centrée sur l’épicondyle médial était réalisée. Cette zone était repérée par la palpation genou en varus. La dissection était faite jusqu’à l’os. Une broche à chas était mise en place, elle était ascendante, orientée de dedans en dehors, son origine fémorale était théoriquement celle du MPFL natif c’est-à-dire proximal de quelques mm au centre de l’épicondyle médial, mais en dessous du tubercule de l’adducteur. Un contrôle fluoroscopique a pu être utilisé afin de contrôler le positionnement fémoral. L’isométrie du ligament pouvait être testée avec un fil non résorbable. Le fil était glissé dans le plan de la pince Bonniot et passé dans les deux tunnels rotuliens. A l’aide d’une mèche de diamètre 7 mm, perforée, enfilée sur la broche à chas, un tunnel borgne était réalisé. Ce tunnel devait être suffisamment long (25 mm) pour recevoir l’extrémité double-brins du greffon (20 mm).

**Passage et fixation du transplant** — Le transplant était tracté dans le tunnel fémoral grâce au fil passé dans le chas de la broche. Une fois son impaction vérifiée, il était fixé avec une vis d’interférence résorbable de 7 mm de diamètre. Une pince type Bonniot

(ou Ahlsted) était alors glissée de l’incision rotulienne vers la contre-incision postérieure, entre les fibres restantes du MPFL en superficie et la capsule en profondeur (entre le 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> plan capsulo-ligamentaire). Les extrémités du greffon étaient glissées dans le plan de clivage sous-capsulaire et récupérées par l’incision rotulienne. Les brins, une fois passés dans les tunnels, étaient suturés à eux-mêmes. Cette suture était réalisée à 30° de flexion du genou comme le préconisent Teitge et Torga-Spak [27]. La rotule devait rester mobilisable mais non luxable.

**Suites postopératoires** — L’hospitalisation était courte (2 à 3 jours). L’appui complet était autorisé d’emblée. Une attelle était prescrite pour la marche, le temps que le verrouillage du quadriceps soit obtenu, c’est-à-dire pendant quelques jours. La flexion n’était pas limitée. Le sport était interdit 3 mois.

### Gestes chirurgicaux associés

Parmi les 21 genoux opérés, 9 ont eu une reconstruction isolée du MPFL. Douze ont eu une reconstruction du MPFL associée à un ou plusieurs autres gestes chirurgicaux. Les gestes chirurgicaux sont répertoriés dans le tableau I.

**Tableau I : Gestes chirurgicaux réalisés**

Geste(s) chirurgical(aux)	Genoux (n=21)
Plastie MPFL isolée	9
Plastie MPFL + TTA + SAE	4
Plastie MPFL + TTA + TTR	3
Plastie MPFL + RTR	2
Plastie MPFL + TTA	2
Plastie MPFL + AMO vis TTA	1

TTA : Transposition de la tubérosité tibiale antérieure (médialisation et/ou abaissement)

TTR : Ténodèse du tendon rotulien

SAE : Section aileron externe

AMO : Ablation matériel d’ostéosynthèse

RTR : Raccourcissement du tendon rotulien



## Méthode

### Evaluation clinique

L'évaluation fonctionnelle a été faite selon les scores IKDC subjectif en préopératoire et au dernier suivi et le score de Kujala [13] uniquement en postopératoire. L'examen clinique était systématisé, nous avons évalué la mobilité du genou, l'existence d'un signe de Smillie, d'une hypermobilité de la rotule, d'une bascule rotulienne en extension et d'une course rotulienne anormale.

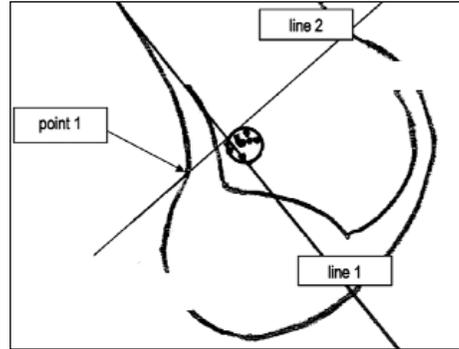
### Analyse radiologique

#### Radiographies standards

Le protocole radiologique au dernier recul comprenait un cliché de genou de face et de profil. Sur ces radiographies, nous avons analysé la hauteur rotulienne selon l'indice de Caton-Deschamps. Nous avons également évalué le positionnement du tunnel fémoral selon les critères décrits par Schöttle *et al.* [24] et une méthode dite des "carrés".

- **Positionnement du tunnel fémoral** (fig. 1a, 1b et 1c)

Parmi 11 genoux de cadavres, Schöttle *et al.* [21] a montré que l'insertion anatomique du MPFL pouvait être appréciée sur une radiographie de profil. Il a placé un cercle de 5 mm de diamètre, centré sur le point situé à 1,3 mm en avant de la tangente à la corticale fémorale postérieure (*ligne 1*) et 2,5 mm en dessous de la perpendiculaire à cette tangente et passant par le point de jonction entre la corticale postérieure et le condyle (*ligne 2*). Ce cercle représentait la position anatomique de l'insertion fémorale du MPFL. Nous avons utilisé cette première méthode d'analyse ; néanmoins, le diamètre de notre tunnel fémoral étant de 7 mm, nous avons considéré comme anatomique tout positionnement situé dans la zone définie par Schöttle à  $\pm 7$  mm près.

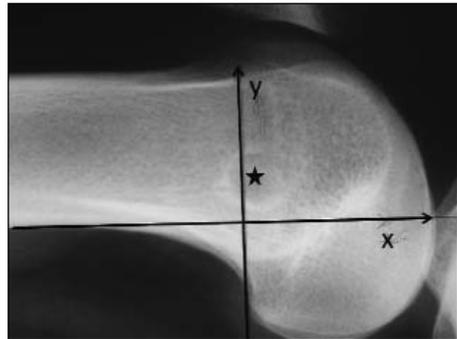


**Fig. 1a : Schéma de la méthode de mesure du positionnement du tunnel fémoral selon Schöttle.**

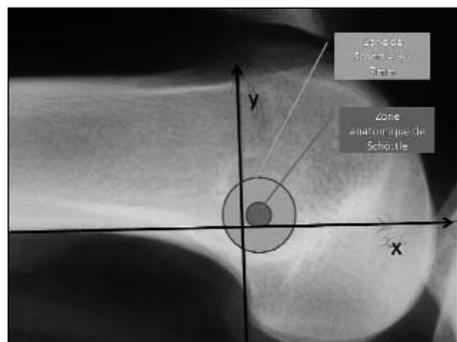
Ligne 1 : Tangente à la corticale postérieure

Point 1 : Point le plus proximal du condyle (jonction entre le condyle et la corticale postérieure)

Ligne 2 : Perpendiculaire à la ligne 1 et passant par le point 1



**Fig. 1b : Positionnement du tunnel fémoral selon les critères définis par Schöttle. La position du tunnel fémoral est obtenue par les coordonnées (x, y) de son centre. Ici le tunnel est positionné [2, 9].**



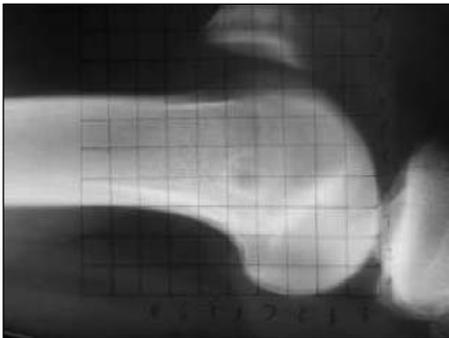
**Fig. 1c : Positionnement correct du tunnel fémoral selon Schöttle  $\pm 7$  mm.**



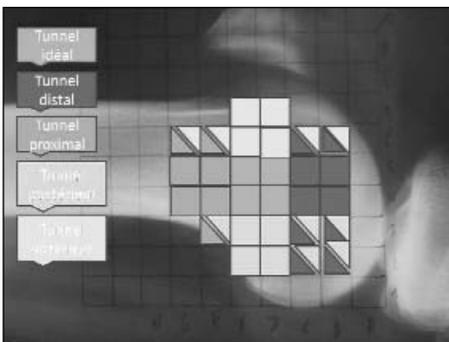
• **Positionnement du tunnel fémoral par les méthodes des carrés** (fig. 2a et 2b)

Après avoir établi un calque avec un quadrillage (carrés de 1 cm<sup>2</sup>). Chaque carré était identifié à l'aide d'une lettre (de A à H) et d'un chiffre (1 à 10). Chaque tunnel pouvait donc appartenir à un carré donné. Le calque était mis en place sur les radiographies de profil de la même manière en utilisant des repères fiables (les condyles postérieurs, la partie distale des condyles et la corticale postérieure du fémur).

Le positionnement correct du tunnel était situé en D4, D5, E4 ou E5. Il était antérieur en cas de position supérieure ou égale à 6, postérieur en cas de position inférieure ou égale à 3, proximal en cas de position suivante ou égale à E et distal en cas de position précédente ou égale à C.



**Fig. 2a : Méthode d'évaluation du positionnement du tunnel fémoral par la méthode des "carrés". Ici le tunnel est positionné en E5.**



**Fig. 2b : Positionnement du tunnel fémoral par la méthode des "carrés".**

Tomodensitométrie

Tous les patients ont eu un scanner préopératoire et 12 (13 genoux) ont eu un contrôle postopératoire. Nous avons évalué la distance TA-GT genou en extension et les bascules rotuliennes quadriceps décontracté puis contracté.

Nous n'avons pas analysé le positionnement de la greffe avec le scanner sur des coupes transversales, car sur ces coupes, il était impossible de visualiser correctement le positionnement des tunnels rotuliens.

Du fait du positionnement variable notamment en hauteur du tunnel fémoral, nous ne pouvions utiliser une coupe de référence reproductible pour les patients avec un référentiel condylien postérieur.

Ainsi c'est l'IRM que nous avons choisie pour analyser dans les trois plans de l'espace l'orientation des tunnels.

IRM

Neuf patients (11 genoux) ont eu un contrôle du positionnement de la greffe par IRM. Les patients n'ayant pas eu de contrôle IRM sont en cours de convocation.

Toutes les IRM ont été réalisées dans le même centre, sous la responsabilité du même radiologue (C.L.) avec le même protocole.

• **Insertion patellaire de la greffe à l'IRM**

Nous n'avons pas analysé le positionnement des tunnels rotuliens sur des coupes sagittales, car nous ne pouvions pas visualiser de manière fiable les deux tunnels, de ce fait l'analyse des tunnels rotuliens n'a pas pu être réalisée.

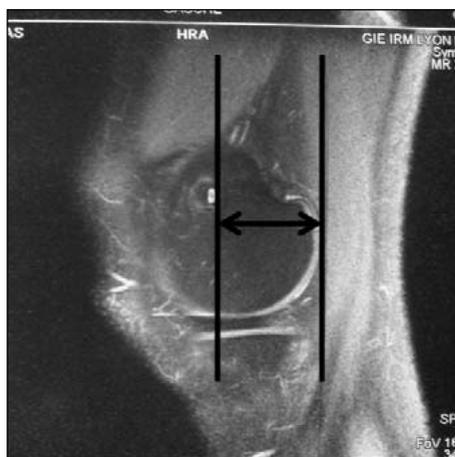
• **Insertion fémorale de la greffe à l'IRM**



## PLAN SAGITTAL (fig. 3)

Nous avons utilisé la première coupe passant par le tunnel (au plus près de son origine) et par le condyle postérieur médial. Il s'agissait de la mesure du positionnement antéropostérieur du tunnel avec un référentiel condylien postérieur. Pour cela, la tangente au condyle postérieur et une droite parallèle à celle-ci, passant par le centre du tunnel, étaient tracées. Nous avons pu mesurer la distance séparant ces deux droites, cette distance correspondait au positionnement antérieur du tunnel par rapport au condyle postérieur et médial.

Le centre du tunnel devait être compris entre 20 et 30 mm par rapport à la corticale postérieure du condyle médial. En cas de distance supérieure à 30 mm, le tunnel était antérieur. En cas de distance inférieure à 20 mm, le tunnel était postérieur.



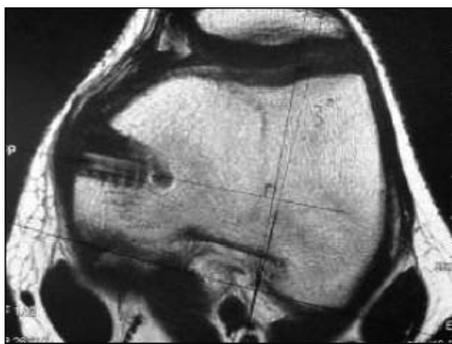
**Fig. 3 : Méthode de mesure utilisée (référence face postérieure du condyle médial)**

## PLAN TRANSVERSAL (fig. 4)

Nous avons défini la hauteur du tunnel par rapport à une coupe transversale passant par

l'arche romane, repère reproductible. Le tunnel pouvait donc être au-dessus, au niveau ou en dessous de cette arche.

Nous avons mesuré l'axe transversal du tunnel en utilisant la coupe passant par l'origine du tunnel. Cet axe était défini par l'angle formé par la tangente au tunnel et la tangente aux condyles postérieurs. Il était positif en cas de situation oblique vers l'avant du tunnel et négatif en cas de situation oblique vers l'arrière.



**Fig. 4 : Exemple de mesure de l'axe transversal du tunnel en utilisant une seule coupe IRM. (ici cette coupe passe au-dessus de l'arche romane).**

## PLAN FRONTAL (fig. 5)

Sur la coupe frontale passant par l'origine fémorale du tunnel, nous avons mesuré la distance entre l'origine du centre du tunnel et la tangente aux condyles fémoraux, c'est-à-dire la hauteur du tunnel par rapport à l'interligne articulaire : celle-ci devait être comprise entre 25 et 35 mm. En cas de distance supérieure à 35 mm, le tunnel était considéré comme trop haut. En cas de distance inférieure à 25 mm, le tunnel était trop bas ou trop distal.

L'axe frontal du tunnel a également été mesuré, défini entre la tangente au tunnel et la tangente aux condyles fémoraux. Il était



positif en cas de situation oblique vers le haut du tunnel et négatif en cas de situation oblique vers le bas.



**Fig. 5 : Hauteur du tunnel fémoral (plan frontal)**

## RÉSULTATS

### Résultats cliniques

Tous les patients (n=18) ont été revus avec un recul postopératoire moyen de 16 mois (12-34). Au dernier suivi, tous les patients avaient des amplitudes articulaires normales et aucune récurrence de luxation de rotule n'a été retrouvée. Pour 2 genoux, un signe de Smillie était présent. Avant l'intervention, le score IKDC subjectif était de  $52 \pm 9,2$  (32-76). Au dernier recul, les scores IKDC subjectifs et de Kujala étaient respectivement de  $75 \pm 12,3$  (54-95) et  $81 \pm 9$  (65-96).

### Les complications

Les complications peropératoires retrouvées sont des fragilisations du tunnel rotulien distal nécessitant une fixation du brin inférieur du transplant au surtout pré rotulien (n=4).

Les complications à moyen terme sont représentées par :

- des dysesthésies ou des hypoesthésies au niveau de la cicatrice antéro-interne (n=5), dont 2 survenues chez des patients ayant eu un transfert de tubérosité tibiale antérieure.
- des douleurs en regard du tunnel fémoral (n=4).
- une raideur du genou en flexion nécessitant une arthrolyse arthroscopique (n=3) ayant permis de récupérer des amplitudes articulaires normales au dernier recul.

### Résultats radiographiques et tomodynamométriques

Avant l'intervention, l'indice de Caton était de  $1,19 \pm 0,17$  (0,8-1,5). Au dernier suivi, il était de  $1,06 \pm 0,12$  (0,8-1,4).

Concernant les 13 patients ayant eu un scanner préopératoire et un scanner postopératoire au recul moyen de 13 mois, la distance TA-GT préopératoire était de  $15,2 \pm 4,2$  (8-22) et de  $11,8 \pm 3,8$  (6-20) au dernier suivi. Les bascules rotuliennes quadriceps décontracté préopératoire et au dernier suivi étaient respectivement de  $24,7 \pm 6,8$  (11-37) et  $18,6 \pm 3,7$  (10-28). Les bascules rotuliennes quadriceps contracté préopératoire et au dernier suivi étaient respectivement de  $30 \pm 9,4$  (15-43) et de  $24,5 \pm 7,1$  (15-36).

Selon la méthode radiographique de Schöttle, 13 tunnels fémoraux sur 21 étaient considérés en bonne position, soit 62 %. Huit tunnels étaient en position trop haute (proximale). Le diamètre moyen du tunnel fémoral était de  $11,1 \text{ mm} \pm 1,7$  (9-14).

**Tableau 2 : Détails des résultats radiographiques et tomodensitométriques des patients de la série (n=18, 21 genoux)**

Patient	Côté opéré	Gestes chirurgicaux associés à la plastie du MPFL	Index de Caton (Pré/Postop)	Distance TA-GT (Pré/Postop)	Bascule rotulienne QD (Pré/Postop)	Bascule rotulienne QC (Pré/Postop)
GG	G	TTA + SAE	1,2/1,03	16/*	30/*	32/*
MS	G	Isolé	1,25/1	18/11	32/31	32/20
ND	G	Isolé	1/1	11/8	11/15	15/13
FL	G	Isolé	1,2/1,2	13/11	20/20	22/18
NP	G	Isolé	1,05/1,05	14/12	30/16	43/15
KL	D	AMO	0,8/0,8	13/13	25/19	25/17
BL	G	TTA + TTR	1,5/1,03	21/*	31/*	49/*
BL	D	TTA+ TTR	1,45/1	24/*	28/*	31/*
XR	G	Isolé	1/1	12/*	10/*	15/*
FB	D	Isolé	1,04/1,03	8,4/14	37/23	38/20
VC	D	Isolé	1,11/1,10	9/8	20/16	22/14,5
CC	D	TTA	1,09/1,13	19/20	25/31	33/20
SR	G	TTA +TTR	1,26/1	15,9/14,5	19/21	21/20
LG	D	Isolé	1,11/1,1	19/6	27/29	39/17
LG	G	TTA + SAE	1,38/0,94	17/8	30/30	43/19
ND	D	TTA + SAE	1,29/0,98	12/*	41/*	50/*
AC	D	TTA + SAE	1,27/1,07	20/*	23/*	28/*
HDF	D	TTA	1,24/1,12	22/15	20/31	21/28
EF	G	RTR	1,43/1,43	20/*	30/*	46/*
EF	D	RTR	1,09/0,8	17,6/*	37/*	50/*
RG	D	Isolé	1,29/1,1	19/13	25/36	36/20

\* information indisponible

TTA : transposition de la tubérosité tibiale antérieure (médialisation et/ou abaissement)

TTR : ténodèse du tendon rotulien

SAE : section aileron externe

AMO : ablation matériel d'ostéosynthèse

RTR : raccourcissement du tendon rotulien

Selon la méthode des “carrés”, 13 tunnels fémoraux sur 21 étaient bien positionnés, soit 62 %. Deux tunnels étaient en position antérieure, quatre semblaient trop hauts et deux en position antérieure et haute.

### ***Positionnement des tunnels avec l'IRM***

Nous avons obtenu 13 IRM de contrôle parmi les 21 genoux. Seules 11 IRM ont été interprétées car 2 genoux présentait des artéfacts métalliques (vis de TTA) : nous avons donc pu analyser 11 tunnels fémoraux.



Les deux tunnels rotuliens n'étaient pas individualisables de manière précise et n'ont pas été étudiés dans ce travail préliminaire.

Cinq tunnels fémoraux étaient bien positionnés, trois étaient en position haute et trois étaient trop antérieurs et trop hauts. Le positionnement antéro-postérieur (plan sagittal) était en moyenne de  $29 \pm 4,6$  mm (20-36). Le tunnel fémoral était situé à environ  $41 \pm 6,8$  mm (35-51) de l'interligne articulaire, il avait une orientation de  $-1,4^\circ \pm 13$  (-20, 15) dans le plan frontal.

Pour les 11 genoux ayant eu un contrôle tomodensitométrique du positionnement de leur greffe, les corrélations avec les deux méthodes d'analyses radiographiques figurent dans le tableau 3.

### Résultats de la série "reconstruction isolée du MPFL"

Neuf genoux ont eu une reconstruction isolée du MPFL.

Les résultats cliniques, radiographiques et scanographiques figurent dans le tableau 4.

**Tableau 3 : Corrélations entre les 11 IRM et les analyses radiographiques à propos du positionnement du tunnel fémoral.**

	IRM	Méthode de Schöttle	Méthode des "carrés"
Bon positionnement	5	7	6
Tunnel haut	3	0	3
Tunnel en avant	0	4	0
Tunnel haut et en avant	3	0	2

**Tableau 4 : Caractéristiques pré et postopératoires des patients ayant eu une reconstruction isolée du MPFL (n=9)**

	Préopératoire	Au dernier suivi
Score IKDC	$54,9 \pm 11,9$ (39-76)	$79,4 \pm 14,4$ (54-95)
Score KUJALA		$84,6 \pm 10,6$ (65-96)
Indice de Caton	$1,12 \pm 0,1$ (1-1,3)	$1,06 \pm 0,07$ (1-1,2)
TA-GT	$13,7 \pm 4,1$ (9-19)	$10,4 \pm 2,8$ (7-14)
Bascule rotulienne QD	$23,6 \pm 9,2$ (11-37)	$17,2 \pm 2,8$ (13-20)
Bascule rotulienne QC	$29,1 \pm 10,7$ (15-43)	$23,2 \pm 7,9$ (15-36)

## DISCUSSION

### Résultats cliniques

Les facteurs d'instabilité rotulienne sont multiples. La dysplasie de trochlée est le facteur fondamental. Les facteurs principaux sont une distance TA-GT élevée, une rotule haute et une bascule rotulienne anormale. En cas de LER survenant sur un genou n'ayant pas une rotule anormalement haute (index de Caton  $< 1,2$ ) ni une distance TA-GT trop importante ( $< 20$  mm), la reconstruction isolée du MPFL est l'indication de choix. Nos résultats préliminaires sont encourageants et comparables avec les séries de la littérature. Nomura et Inoue [18] et Cossey et Paterson [6] ne retrouvent aucune récurrence de luxation, tandis que Drez *et al.* [9] rapportent une récurrence sur 24 genoux opérés.

Enfin, la reconstruction isolée du MPFL semble permettre une rééducation plus rapide et peut être un bénéfice esthétique pour une population souvent jeune et de sexe féminin.



## Complications

La réalisation des tunnels rotuliens à la mèche est délicate. Nous avons retrouvé 19 % de fragilisation du tunnel distal (n=4) obligeant une fixation du tendon aux tissus mous. Nous recommandons donc de réaliser le tunnel rotulien distal de façon progressive en utilisant une mèche de taille croissante (3,2 mm puis 4,5 mm) et en respectant une distance d'au moins 10 mm par rapport au tunnel proximal.

Des douleurs en regard de la vis d'interférence fémorale sont retrouvées dans 19 % des cas (n=4). Nous pouvons en partie expliquer ces manifestations par une saillie de la vis. Nous recommandons de bien enfouir les vis. La propriété résorbable du matériel devrait permettre la disparition progressive des douleurs. Nous n'avons pas à ce jour réalisé d'ablation de matériel.

## Influence de la reconstruction du MPFL sur la hauteur de rotule et les bascules rotuliennes au scanner

La reconstruction isolée du MPFL modifie la hauteur rotulienne. Schöttle *et al.* [23] retrouve également une diminution de l'index de Caton après reconstruction du MPFL par autogreffe au demi-tendineux.

La reconstruction isolée du MPFL permet de corriger la bascule rotulienne. Les bascules rotuliennes quadriceps décontracté puis contracté sont passées respectivement dans notre série de 24,7° et 30° avant l'intervention à 18,6° et 24,5° au dernier suivi. Schöttle *et al.* [23] retrouve également une diminution des bascules rotuliennes au scanner après reconstruction du MPFL par autogreffe au demi-tendineux. Les plasties du vaste interne type Insall ont été longtemps prati-

quées dans la chirurgie des LER. Il ne s'agissait jamais d'un geste isolé mais complémentaire d'une transposition de tubérosité tibiale. Nové-Josserand et Dejour [20] ont montré que la plastie du vaste interne n'avait qu'une action symptomatique puisqu'elle ne corrigeait pas l'accentuation de la bascule par la contraction du quadriceps. Pour nous, la reconstruction du MPFL remplace la plastie d'Insall et s'avère plus efficace.

## Influence du type de transplant choisi

Les propriétés biomécaniques du transplant choisi sont différentes de celles du MPFL natif. En cas de rigidité excessive, il faut positionner les tunnels afin d'obtenir le comportement le plus isométrique possible dans le but de limiter les variations de tensions sur le greffon et donc indirectement sur la pression de la surface fémoro-patellaire médiale. En effet, en cas de positionnement très anisométrique les conséquences sur la course rotulienne peuvent être dommageables.

## Positionnement des tunnels osseux

Le placement correct du tunnel fémoral semble être nécessaire pour rétablir une meilleure cinématique. Les conséquences d'un positionnement non anatomique du tunnel sont variables selon les auteurs. Pour Melegari *et al.* [14] un positionnement non anatomique et donc moins isométrique est sans conséquence sur les aires de contact et les pressions fémoro-patellaires. Pour Amis *et al.* [1], un mal-positionnement dans le plan frontal (proximal, distal) a une influence majeure sur l'isométrie du transplant, alors qu'une erreur de positionnement dans le plan sagittal (postérieur, antérieure) n'a



que peu d'effet. Pour Elias *et al.* [10] un positionnement trop proximal du tunnel fémoral peut conduire à une hyperpression responsable d'une dégradation arthrosique du compartiment fémoro-patellaire médial, à une rupture ou à une inefficacité du transplant donc à un échec.

Une position haute du tunnel pourrait augmenter la tension du transplant au cours des 60 premiers degrés de flexion, aboutissant à une augmentation de la pression fémoro-patellaire médiale et donc aux risques de lésions chondrales à long terme.

Une position haute et en avant du tunnel augmenterait la tension du transplant à partir de 90° de flexion, ce qui peut aboutir à des douleurs en fin de flexion avec une récupération des amplitudes en flexion plus difficile à obtenir. A l'inverse une position distale du tunnel diminuerait la tension du transplant au cours de la flexion ce qui peut aboutir à une inefficacité de la greffe.

Dans notre expérience, le positionnement optimal du tunnel fémoral (correspondant aux critères de normalités établis) paraît difficile à obtenir et peu reproductible. En effet, il est parfois difficile de palper correctement le tubercule du grand adducteur, de même que le centre de l'épicondyle.

En analysant nos tunnels avec la méthode des carrés et celle de Schöttle, seulement 62 % des tunnels sont en bonne position. L'analyse à l'IRM montre jusqu'à 55 % de tunnels mal-positionnés et permet peut-être une analyse plus précise. Les erreurs de positionnement les plus fréquemment retrouvées sont une situation proximale et/ou antérieure. Nous n'avons pas mis en évidence de mal-positionnement distal ou postérieur.

Des critères de normalité ont été établis. On peut chercher à s'y référer, cependant l'ana-

lyse reste difficile dans la mesure où la trochlée et la rotule sont dysplasiques.

Une radiographie standard de profil du genou de bonne qualité permet d'apprécier le positionnement du tunnel fémoral. La réalisation d'une IRM permet de connaître précisément la direction du tunnel, son diamètre et sa position en hauteur par rapport à l'interligne articulaire. Cependant nous n'avons pas pu analyser correctement les tunnels rotuliens par l'IRM.

### ***Fiabilité des notions d'isométrie et de position optimale des tunnels osseux***

Les notions d'isométrie et de positionnement optimal du tunnel fémoral sont discutables. Ces données dépendent de la morphologie de la trochlée et de la hauteur rotulienne. En cas de dysplasie de trochlée et/ou de transfert de la tubérosité tibiale associé, elles paraissent très difficiles à définir.

## **CONCLUSION**

Cette étude préliminaire montre les difficultés à positionner de manière anatomique le tunnel fémoral. Nous recommandons de réaliser un cliché de profil peropératoire après la mise en place d'une broche simulant le tunnel fémoral et de tester le comportement isométrique du futur transplant à l'aide d'un simple fil avant la réalisation du tunnel fémoral. Le développement d'une instrumentation ancillaire pourrait aider le chirurgien dans l'avenir. Cependant, les défauts de positionnements retrouvés dans notre série ne semblent pas corrélés à un résultat clinique défavorable à court terme.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMIS A.A., FIRER P., MOUNTNEY J. *et al.* 2003. Anatomy and biomechanics of the médial patellofemoral ligament. *The Knee*, 10: 215-220.
- [2] BICOS J., FULKERSON J.P., AMIS A. 2007. The médial patellofemoral ligament. *Am J Sports Med* 35: 484-492.
- [3] BUCHNER M., BAUDENDISTEL B., SABO D. *et al.* 2005. Acute traumatic primary patellar dislocation: long-term results comparing conservative and surgical treatment. *Clin J Sport Med*. 15(2):62-66.
- [4] BURKS R.T., LUKER M.G. 1997. Medial patellofemoral ligament reconstruction. *Tech Orthop* 12: 185-191.
- [5] CONLON T., GARTH W.P., LEMONS J.E. 1993. Evaluation of médial soft-tissue restraints of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 75, 682-693.
- [6] COSSEY A.J., PATERSON R. 2005. A new technique for reconstructing the médial patellofemoral ligament. *Knee* 12: 93-98.
- [7] DAVIS D.K., FITHIAN D.C. 2002. Techniques of médial retinacular repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 402: 38-52.
- [8] DESIO S.M., BURKS R.T., BACHUS K.N. 1998. Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *Am J Sports Med* 29:59-65.
- [9] DREZ D., EDWARDS T.B., WILLIAMS C.S. 2001. Results of médial patellofemoral ligament reconstruction in the treatment of patellar dislocation. *Arthroscopy* 17: 298-306.
- [10] ELIAS J.J., COSGAREA A.J. 2006. Technical errors during médial patellofemoral ligament reconstruction could overload médial patellofemoral cartilage: a computational analysis. *Am J Sports Med* 34(9) :1478-1485.
- [11] FELLER J.A., FEAGIN J.A., GARRETT J. W.E. 1993. The médial patellofemoral ligament revisited: an anatomical study. *Knee Surg, Sports Traumatol Arthrosc* 1: 184-186.
- [12] FITHIAN D.C., NEYRET P., SERVIEN E. 2007. Patellar instability: The Lyon Experience. *Tech Knee Surgery* 6(2): 112-123.
- [13] KUJALA U.M., JAAKKOLA J.H., KOSKINEN S.K. *et al.* 1993. Scoring of. Patellofemoral disorders. *Arthroscopy* 9(2): 159-163.
- [14] MELAGARI T.M., PARKS B.G., MATTHEWS L.S. 2008. Patellofemoral contact area and pressure after médial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 36(4): 747-752.
- [15] MOUNTNEY J., SENAVONGSE W., AMIS A.A. 2005. Tensile strength of the médial patellofemoral ligament before and after repair or reconstruction. *J Bone Joint Surg [Br]* 87(1): 36-40.
- [16] MUHR G., KNOPP W., NEUMANN K. 1989. Dislocation and subluxation of the patella. *Orthopade* 18(4): 294-301.
- [17] NEYRET P., VERDONK P., AIT SI SELMI T. 2006. *My Knee Practice. Ed Masson, Paris.*
- [18] NOMURA E., INOUE M. 2006. Hybrid médial patellofemoral ligament reconstruction using the semitendinosus tendon for recurrent patellar dislocation: minimum 3 years' follow-up. *Arthroscopy* 22: 787-793.
- [19] NOMURA E., INOUE M., OSADA N. 2005. Anatomical analysis of the médial patellofemoral ligament of the knee, especially the femoral attachment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13(7): 510-515.
- [20] NOVÉ-JOSSERAND L., DEJOUR D. 1995. Dysplasie du quadriceps et bascule rotulienne dans l'instabilité rotulienne objective. *Rev Chir Orthop* 81(6) ;497-502.
- [21] PANAGIOTOPOULOS E., STRZELCZYK P., HERMANN M. *et al.* 2006. Cadaveric study on static médial patellar stabilizers: the dynamizing role of the vastus medialis obliquus on médial patellofemoral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:7-12.
- [22] REIDER B., MARSHALL J.L., KOSLIN B. *et al.* 1981. The anterior aspect of the knee Joint ; An anatomical study. *J Bone Joint Surg [Am]* 63: 56-62.
- [23] SCHÖTTLE P.B., FUCENTESE S.F., ROMERO J. 2005. Clinical and radiological outcome of médial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosis autograft for patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13, 516-521.
- [24] SCHÖTTLE P.B., SCHMELING A., ROSENSTIEL N. *et al.* 2007. Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in médial patellofemoral ligament reconstruction. *J Am Sport Med* 35(5): 801-804.
- [25] SENAVONGSE W., AMIS A.A. 2005. The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability. *J Bone Joint Surg [Br]* 87(4): 577-82.
- [26] STEENSEN R.N., DOPIRAK R.M., MCDONALD W.G. 3<sup>rd</sup> 2004. The anatomy and isometry of the médial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med* 32(6): 1509-1513.
- [27] TEITGE R.A., TORGA-SPAK R. 2004. Medial patellofemoral ligament reconstruction. *Orthopedics* 27: 1037-1040.





# QUELLE RÉÉDUCATION APRÈS UNE PLASTIE DU LIGAMENT FÉMORO-PATELLAIRE MÉDIAL ?

N. BONIN, D. DEJOUR

## INTRODUCTION

La plastie du ligament fémoro-patellaire médial (MPFL) doit obéir aux principes de toute reconstruction ligamentaire du genou : permettre la mobilisation précoce de l'articulation, gage d'un meilleur résultat. Pour cela, le positionnement de la greffe doit être le plus isométrique possible, et le transplant choisi, son ancrage patellaire comme fémoral, doivent résister aux contraintes engendrées par cette rééducation.

De nombreuses techniques de reconstruction du MPFL sont retrouvées dans la littérature. Toutes ont leur protocole de rééducation. Les auteurs présentent la synthèse de ces techniques et de leurs suites opératoires. Cette synthèse et les résultats des études biomécaniques du MPFL leur permettent de proposer un protocole de rééducation standardisé.

## PRINCIPES BIOMÉCANIQUES DE LA PLASTIE DU MPFL

Amis *et coll.* [1] ont montré que le ligament fémoro-patellaire médial est en tension

lorsque le genou est en extension complète. Son rôle est primordial dans les premiers degrés de flexion puisqu'il va diriger la patella médialement à l'entrée de la trochlée. Il se détend alors, vers 20° de flexion, dans une trochlée normale. La stabilisation patellaire est alors assurée par le vastus médialis et la congruence trochléenne.

Les facteurs favorisant l'instabilité rotulienne, comme la dysplasie de trochlée, une TAGT augmentée, vont accroître la charge sur le MPFL. Il est donc recommandé de corriger ces anomalies lors de la reconstruction du MPFL afin de lui redonner sa fonction native de guidage patellaire initial. Attendre du MPFL qu'il maintienne la patella tout au long de la flexion pour compenser les anomalies structurelles du patient, risque de conduire à des douleurs, des raideurs voir un échec de la plastie [22].

Lors de tests en charge, Amis *et coll.* [1] retrouvent une rupture du MPFL aux environs de 208 Newton. Même si cette résistance est faible en comparaison aux autres ligaments du genou [24], il convient de la restaurer pour permettre une rééducation précoce. Si quelle que soit la greffe utilisée, sa résistance est supérieure à 208 N [18], le maillon faible est à la fixation. Mountney *et coll.* [14] ont évalué la résistance de plusieurs



techniques de reconstruction du MPFL : la simple suture de la greffe a une résistance de 37 N ; sa fixation par ancre osseuse et suture, une résistance de 142 N ; sa fixation par vis d'interférence dans un tunnel borgne, une résistance de 126 N. Ainsi, il convient de privilégier les fixations qui ont la meilleure résistance à la rupture, et d'adapter les suites opératoires à cette fixation.

## THÉORIES DU POSITIONNEMENT

Si le positionnement patellaire fait l'unanimité, étendu sur les 2/3 supéro-médial de la rotule, le positionnement fémoral idéal reste difficile à obtenir. Or, c'est précisément ce positionnement qui influe le plus sur l'isométrie du MPFL. Ainsi, 2 théories prédominent : la recherche d'une isométrie la plus parfaite possible [21], et la théorie de l'anisométrie favorable [23] où le ligament est tendu en

position d'extension et se détend avec la flexion. Dans les deux cas, la tension appliquée au ligament ne doit pas augmenter en flexion, ce qui laisse libre le travail de récupération précoce des amplitudes articulaires.

## LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES CHIRURGICALES

De nombreuses techniques de reconstruction du MPFL ont été publiées, avec de bons résultats. Elles diffèrent par le type de greffon utilisé, les moyens de fixation fémorale et patellaire, et les gestes associés (tableau 1).

La greffe la plus couramment utilisée est le tendon du semi-tendineux [6-8, 10-12, 15, 19] suivi par le tendon gracilis [4, 5, 13, 20, 23]. Certains utilisent le ligament patellaire [3] ou le tendon quadricipital [17, 21], laissé pédiculé sur la patella.

**Tableau 1 : Les différentes techniques chirurgicales**

Fixation patellaire / Fixation fémorale	Suture dans tunnels osseux	Suture sur ancrés	Passage trans-patellaire	Greffe pédiculée	Attache sur parties molles
<i>Vis d'interférence dans tunnel borgne</i>	<b>Semi-tendineux</b> Fithian, D.C et coll. [12]	<b>Semi-tendineux</b> Farr, J. et coll. [11] Schottle, P.B. et coll. [19] <b>Gracilis</b> Schottle, P.B. et coll. [20]	<b>Semi-tendineux</b> Burks, R.T. et coll. [7] <b>Gracilis</b> Christiansen, S.E. et coll. [5] Burks, R.T. et coll. [13]	<b>Lig. Pat.</b> Camanho, G.L. et coll. [3]	
<i>Suture sur ancrés</i>	<b>Gracilis</b> Thaumat, M. et coll. [22, 23]			<b>Lig. Pat.</b> Camanho, G.L. et coll. [3]	
<i>Suture trans-osseuse</i>		<b>Semi-tendineux</b> Drez, D.J. et coll. [8]		<b>Tendon Q.</b> Steensen, R.N. et coll. [21]	
<i>Vis + rondelles</i>	<b>Semi-tendineux</b> Nomura, E. et coll. [15, 16]				
<i>Attache sur parties molles</i>	<b>Semi-tendineux</b> Ochi, M. et coll. [6] Ellera Gomes, J.L. et coll. [10]			<b>Tendon Q.</b> Noyes, F.R. et coll. [17]	<b>Gracilis</b> Chassaing, V. et coll. [4]



La fixation patellaire est le plus souvent réalisée par suture après passage dans des tunnels osseux [6, 10, 12, 15, 23] ou directement par ancrés [8, 11, 19], offrant une meilleure résistance que la suture simple [4]. D'autres se servent des tunnels pour un passage de la greffe en lasso, la fixation des deux extrémités étant fémorale [5, 7, 13]. Dans ce dernier cas, l'attache patellaire est excellente mais peut fragiliser la patella et l'exposer à des fractures [22]. La rééducation ne devra donc pas être plus agressive avec ce type d'ancrage.

La fixation fémorale est le plus souvent osseuse par vis d'interférence dans un tunnel borgne [3, 5, 7, 11-13, 19], vissage avec rondelle [9, 15], ancre de suture [3, 23] ou suture trans-osseuse [8, 21]. Certains préfèrent une attache sur les parties molles, que ce soit sur le septum inter-musculaire [17], à travers le 1/3 proximal du ligament collatéral médial [6], autour du 3<sup>e</sup> adducteur [10] ou de l'ancienne insertion du MPFL [4].

La plupart des auteurs réalisent une correction des facteurs d'instabilité associés tel que l'augmentation de la TA-GT ou la dysplasie trochléenne.

## VARIATIONS DES SUITES OPÉRATOIRES

Les suites opératoires et les protocoles de rééducation sont également très variés, dépendant le plus souvent de la solidité de la fixation utilisée, ou des gestes associés à la plastie.

Concernant la mise en charge (tableau 2a), le protocole le plus souvent retrouvé est un appui complet sous protection d'une attelle rigide. Certains préfèrent un appui partiel avec ou sans attelle. Ochi [6] recommande l'appui différé avec attelle rigide 3 semaines mais il réalise une fixation suture sur les parties molles fémorales.

La récupération des amplitudes articulaires sera immédiate sous couvert ou non d'une orthèse articulée. Parfois elle sera limitée à 90° de flexion plusieurs semaines voir différée (tableau 2b). Quel que soit le type de fixation, la tension appliquée au ligament ne devant pas augmenter en flexion, il nous semble inutile de limiter la récupération de la flexion.

**Tableau 2a : Remise en charge**

Orthèse / Mise en charge	Appui Complet	Appui Partiel	Pas d'appui
<i>Pas d'orthèse</i>	Chassaing, V. et coll. [4]	<b>2 semaines</b> Ellera Gomes, J.L. et coll. [10] <b>4 semaines</b> Thaunat, M. et coll. [22, 23]	
<i>Genouillère rotulienne</i>		2 semaines Nomura, E. et coll. [15,16]	
<i>Orthèse Articulée</i>			<b>4 à 6 semaines</b> Andrish, J. et coll. [2]
<i>Orthèse Rigide</i>	<b>2 semaines</b> Christiansen, S.E. et coll. [5] <b>3 à 4 semaines</b> Burks, R.T. et coll. [7, 13] Camanho, G.L. et coll. [3] Farr, J. et coll. [11] Steensen, R.N. et coll. [21] <b>6 semaines</b> Fithian, D.C et coll. [12]	<b>2 semaines</b> Drez, D.J. et coll. [8] <b>4 semaines</b> Noyes, F.R. et coll. [17] <b>6 semaines</b> Schottle, P.B. et coll. [20]	<b>3 semaines</b> Ochi, M. et coll. [6]



**Tableau 2b : Rééducation postopératoire**

Mobilisation passive	Immédiat et illimité	Limitée à 90°	Différé de 3 semaines
<b>Renforcement musculaire</b>			
<i>Immédiat</i>	Burks, R.T. et coll. [7, 13] Camanho, G.L. et coll. [3] Fithian, D.C et coll. [12] Farr, J. et coll. [11] Nomura, E. et coll. [15, 16] Thaumat, M. et coll. [22, 23]	<b>3 semaines</b> Ellera Gomes, J.L. et coll. [10] <b>4 semaines</b> Andrigh, J. et coll. [2] Noyes, F.R. et coll. [17] <b>6 semaines</b> Christiansen, S.E. et coll. [5]	
<i>Différé de 3 semaines</i>		<b>4 semaines</b> Schottle, P.B. et coll. [20]	Chassaing, V. et coll. [4] Drez, D.J. et coll. [8] Ochi, M. et coll. [6]

Le renforcement musculaire débutera immédiatement par un travail isométrique du quadriceps pour la plupart des auteurs (tableau 2b). Il sera différé de 3 semaines pour Ochi [6], et Chassaing [4] qui réalisent des sutures sur parties molles, ou pour Schottle [19, 20] et Drez [8] malgré un ancrage solide.

Concernant la reprise sportive, la plupart des auteurs [2, 3, 7, 15, 23] s'accordent pour un retour au sport entre le 3<sup>e</sup> et le 6<sup>e</sup> mois, voir après le 6<sup>e</sup> mois [8, 19, 20].

## PROPOSITION D'UN PROTOCOLE DE RÉÉDUCATION

Aucune étude comparative de protocole de rééducation n'a encore été conduite, probablement en raison de la variabilité des techniques chirurgicales et des gestes associés à la reconstruction du MPFL. Dans les mains des auteurs, toutes les techniques semblent donner de bons résultats sur la stabilisation patellaire, à condition de rester prudent lors de la rééducation des techniques d'ancrages par suture sur parties molles.

A partir de ces connaissances, une prise en charge postopératoire standardisée nous semble possible :

- La mise en charge est immédiate sous couvert de cannes et d'une attelle en extension

jusqu'à récupération d'un verrouillage satisfaisant du quadriceps (3 à 4 semaines).

- Le travail progressif des amplitudes articulaires est à débiter immédiatement. Il doit respecter la douleur et éviter les postures passives forcées :
  - . L'extension à 0° et la flexion complète peuvent être récupérées rapidement
  - . L'hyper-extension ne doit être travaillée qu'à partir de la 6<sup>e</sup> semaine.
- La position de repos du genou à 20° de flexion sans attelle est conseillée.
- Un rodage articulaire par vélo peut commencer dès que la flexion est suffisante. La résistance est à intensifier progressivement.
- Le renforcement musculaire est à débiter précocement par un travail statique, isométrique du quadriceps (travail d'ascension active de la rotule) :
  - . Contractions brèves dites "flash"
  - . Contractions de 6 secondes suivies de 6 secondes de repos
  - . Contractions de 20 secondes et plus, avec un temps de travail égal au temps de repos.
- Un travail actif en chaîne cinétique fermée à faible charge entre 0 et 60° peut débiter après la 6<sup>e</sup> semaine.
- Le renforcement progressif des ischio-jambiers en statique puis en excentrique contre résistance est à réaliser assez précocement s'ils ont été affaiblis par le prélèvement.
- Des étirements des chaînes musculaires postérieures sont à effectuer. Les chaînes musculaires antérieures seront à étirer dès la récupération d'une flexion satisfaisante.
- La proprioception en charge commence à



6 semaines initialement en appui bipodal puis en appui monopodal en l'absence de phénomènes douloureux.

- Le retour au sport est progressif entre le 3<sup>e</sup> et le 6<sup>e</sup> mois, en fonction de la récupération musculaire du quadriceps, des ischio-jambiers et des amplitudes articulaires.

Cette prise en charge doit être ajustée en cas de techniques de fixation par sutures, plus fragiles, ou lors de gestes associés à la reconstruction du MPFL. Ces gestes associés deviennent alors dominants dans le principe de la rééducation.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMIS A.A., FIRER P., MOUNTNEY J., SENAVONGSE W., THOMAS N.P. 2003. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee*, 10(3): 215-20, 2003.
- [2] ANDRISH J.T. 2006. Surgical reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Techniques in Knee Surgery*, 5(2): 121-27.
- [3] CAMANHO G.L., BITAR A.C., HERNANDEZ A.J., OLIVI R. 2007. Medial patellofemoral ligament reconstruction: a novel technique using the patellar ligament. *Arthroscopy*, Jan; 23(1): 108-14.
- [4] CHASSAING V., TRÉMOULET J. 2005. Plastie du ligament fémoro-patellaire médial avec le tendon du gracile pour stabilisation de la patella. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, Jun;91(4): 335-40.
- [5] CHRISTIANSEN S.E., JACOBSEN B.W., LUND B., LIND M. 2008. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament with gracilis tendon autograft in transverse patellar drill holes. *Arthroscopy*, 24(1): 82-7.
- [6] DEIE M., OCHI M., SUMEN Y., ADACHI N., KOBAYASHI K., YASUMOTO M. 2005. A long-term follow-up study after medial patellofemoral ligament reconstruction using the transferred semitendinosus tendon for patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13(7): 522-8.
- [7] DOBBS R.E., GREIS P.E., BURKS R.T. 2007. Medial patellofemoral ligament reconstruction. *Techniques in Knee Surgery*, 6(1): 29-36.
- [8] DREZ D.J., EDWARDS T.B., WILLIAMS C.S. 2001. Results of medial patellofemoral ligament reconstruction in the treatment of patellar dislocation. *Arthroscopy*, Mar;17(3): 298-306.
- [9] EBINGER T.P., BOEZAART A., ALBRIGHT J.P. 2007. Modifications of the Fulkerson osteotomy: a pilot study assessment of a novel technique of dynamic intraoperative determination of the adequacy of tubercle transfer. *Iowa Orthop J*, 27: 61-4.
- [10] ELLERA-GOMES J.L., STIGLER-MARCZYK L.R., CÉSAR DE CÉSAR P., JUNGBLUT C.F. 2004. Medial patellofemoral ligament reconstruction with semitendinosus autograft for chronic patellar instability: a follow-up study. *Arthroscopy*, Feb;20(2): 147-51.
- [11] FARR J., SCHEPSIS A.A. 2006. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament for recurrent patellar instability. *J Knee Surg*, Oct; 19(4): 307-16.
- [12] FITHIAN D.C., PAXTON E.W., COHEN A.B. 2004. Indications in the treatment of patellar instability. *J Knee Surg*, Jan;17(1): 47-56.
- [13] LEGRAND A.B., GREIS P.E., DOBBS R.E., BURKS R.T. 2007. MPFL reconstruction. *Sports Med Arthrosc*, 15(2): 72-7.
- [14] MOUNTNEY J., SENAVONGSE W., AMIS A.A., THOMAS N.P. 2005. Tensile strength of the medial patellofemoral ligament before and after repair or reconstruction. *J Bone Joint Surg Br*, 87(1): 36-40.
- [15] NOMURA E., INOUE M. 2006. Hybrid medial patellofemoral ligament reconstruction using the semitendinosus tendon for recurrent patellar dislocation: minimum 3 years' follow-up. *Arthroscopy*, 22(7): 787-93.
- [16] NOMURA E., INOUE M. 2003. Surgical technique and rationale for medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Arthroscopy*, 19(5): E47.
- [17] NOYES F.R., ALBRIGHT J.C. 2006. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament with autologous quadriceps tendon. *Arthroscopy*, Aug;22(8): 904-17.
- [18] NOYES F.R., BUTLER D.L., GROOD E.S. 1984. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repair and reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*, 66: 334-352.
- [19] SCHOTTLE P.B., FUCENTESE S.F., ROMERO J. 2005. Clinical and radiological outcome of medial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosus autograft for patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13(7): 516-21.
- [20] SCHOTTLE P.B., ROMERO J., SCHMELING A., WEILER A. 2008. Technical note: anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a free gracilis autograft. *Arch Orthop Trauma Surg*, 128(5): 479-84.
- [21] STEENSEN R.N., DOPIRAK R.M., MAURUS P.B. 2005. A simple technique for reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a quadriceps tendon graft. *Arthroscopy*, 21(3): 365-70.
- [22] THAUNAT M., ERASMUS P.J. 2008. Recurrent patellar dislocation after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(1): 40-3.
- [23] THAUNAT M., ERASMUS P.J. 2007. The favourable anisometry: An original concept for medial patellofemoral ligament reconstruction. *Knee*, 14(6): 424-8.
- [24] WOO S.L., HOLLIS J.M., ADAMS D.J., LYON R.M., TAKAI S. 1991. Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med*, 19(3): 217-25.







# LA DYSPLASIE DE TROCHLÉE

J.-M. FAYARD, E. SERVIEN, PH. NEYRET

## HISTORIQUE

Trochlée est un mot dérivé du grec “troklea” signifiant poulie. Formant l'épiphyse fémorale inférieure, elle est composée d'une gorge médiane se prolongeant en arrière par l'échancrure intercondylienne et par deux berges. La berge latérale est la plus développée. La rotule joue le rôle de poulie de réflexion pour le quadriceps. Dans le cadre d'un genou sain, au cours de la flexion, il existe un engagement progressif de la rotule dans le rail trochléen.

Richerand en 1802 [9] avait décrit 3 cas de luxation de rotule présentant une dysplasie de trochlée caractérisée par un “condyle externe bas”. Selon Isermeyer [9], Bade [1] et Boehler [3] cet aspect serait dû à une abrasion du condyle externe lors des épisodes de luxations.

En 1901, Wiemuth [18] ne retrouvant pas de lésion cartilagineuse de la berge externe contredit cette théorie.

Henri Dejour [5] en 1987 décrit la dysplasie de trochlée comme un défaut de développement global de la trochlée fémorale responsable d'une horizontalisation, voire une négati-

vation de la pente de la berge externe. Ces phénomènes sont la conséquence d'un défaut de creusement de la gorge trochléenne. Par ailleurs, il existe parfois une saillie du fond de la trochlée, dès sa portion proximale, par rapport à la corticale antérieure du fémur.

De même, la partie proximale de la trochlée et la zone sus-trochléenne peuvent être le siège d'anomalies architecturales se traduisant par une suprastructure de ces deux zones par rapport à la corticale antérieure du fémur ainsi qu'une éversion de la sus-trochlée.

Ces anomalies morphologiques peuvent avoir des degrés de sévérité croissants. Elles sont directement en cause dans le défaut d'engagement ainsi que dans le glissement de la patella hors du rail trochléen.

## ORIGINE

### *Phylogénèse*

L'apparition de la bipédie [15] induit une modification de la position de fonction du genou selon Tardieu. Chez les quadrupèdes, la position de fonction est en flexion. Chez



les bipèdes, celle-ci est en extension ; position où la congruence fémoropatellaire est la plus faible. Ainsi, le passage vers la bipédie va s'accompagner d'un creusement progressif de la trochlée

## **Ontogenèse**

L'étude de Garron [7] a mis en évidence une origine mixte à la formation de l'épiphyse fémorale inférieure à la fois génétique et épigénétique (c'est-à-dire à la fois dictée par le code génétique et par l'acquisition de la marche).

Au cours du développement embryonnaire, il apparaît dès la 8<sup>e</sup> semaine du développement embryonnaire un creusement de la trochlée fémorale et l'apparition d'une berge externe. Ceci suggère une origine génétique aux dysplasies de trochlée.

En revanche, l'acquisition de la marche induit une modification de l'épiphyse fémorale inférieure dans le plan frontal. Chez le nouveau-né et le nourrisson, l'angle d'obliquité fémorale est nul. C'est la verticalisation qui va permettre l'apparition du valgus fémoral.

## **ANATOMIE RADIOGRAPHIQUE**

### **Analyse de vues axiales**

En 1964, Brattstrom [4] rapporte que l'angle trochléen est supérieur de 10° environ chez les patients présentant des luxations de rotule. Par ailleurs, la hauteur de la berge externe est plus faible dans la population des luxations. L'auteur souligne le fait que cette dysplasie est souvent bilatérale et qu'en cas de luxation de rotule la trochlée est généralement dysplasique avec un angle ouvert et des berges moins hautes. Ficat [6] et Bizou ont mis en évidence un coefficient de hauteur trochléenne. Ce rapport augmente si la profondeur diminue. Les auteurs retrouvent un

coefficient significativement plus élevé en cas de luxations de rotule. Mais l'analyse scannographique de Schultzer [13] souligne les limites de l'analyse de la dysplasie par les vues axiales. En effet, le défaut de creusement de la trochlée se localise souvent au niveau de la partie haute de la trochlée et les vues axiales ne permettent pas l'exploration de la totalité de la trochlée.

### **Analyse sur le cliché de profil**

Maldague et Malghem [11] sont les premiers à explorer la trochlée sur les clichés de profil. En cas de luxation de rotule, il existe une diminution de la distance entre la gorge et les berges trochléennes. Cette insuffisance de creusement peut intéresser la globalité de la trochlée ou uniquement sa partie haute. En 1990, Dejour et Walch [5] mettaient en évidence un facteur fondamental et trois facteurs principaux et quatre facteurs secondaires de l'instabilité patellaire en comparant trois populations :

- l'une composée de sujets sains,
- l'autre de sujets ayant des rotules douloureuses,
- enfin la dernière de sujets ayant des luxations de rotule.

Le facteur fondamental est la dysplasie de trochlée et les facteurs majeurs sont : la patella alta, la TAGT élevée (définition incluant une implantation trop latérale de la tubérosité tibiale antérieure et un excès de rotation externe dans le genou) et la dysplasie du quadriceps.

Les auteurs décrivent la dysplasie de trochlée comme le principal facteur de l'instabilité rotulienne présente chez 96 % des patients présentant des luxations épisodiques de la rotule contre 3 % dans la population témoin.

L'analyse de la morphologie de la trochlée fémorale est possible sur une radiographie de profil strict à 10° de flexion sous contrôle d'un amplificateur de brillance permettant la superposition stricte de la partie postérieure et distale des condyles.



### Analyse radiographique de la trochlée normale

On distingue trois lignes à la partie antérieure de la trochlée qui prolongent la portion la corticale antérieure du fémur distal :

- les contours antérieurs des condyles fémoraux correspondant aux deux lignes les plus antérieures,
- la ligne de fond de trochlée correspondant à la ligne juste en arrière des condyles. Elle se prolonge distalement par la ligne de Blumensaat.

Sur une trochlée normale, les deux lignes les plus antérieures restent à distance de la ligne de fond de trochlée.

### Analyse radiographique des dysplasies trochléennes

#### \* Le signe du croisement

Il s'agit du signe radiographique pathognomonique de la dysplasie de trochlée fémorale. Il correspond au croisement de la ligne antérieure du condyle latéral avec la ligne de fond de trochlée. Ceci traduit l'insuffisance de creusement de la trochlée à partir de ce point et proximement.

#### \* La saillie de la gorge trochléenne

Celle-ci correspond au débord antérieur du fond de trochlée fémorale par rapport aux 10 derniers centimètres de la corticale antérieure.

Pour évaluer cette saillie, on trace 3 lignes :

- les tangentes aux dix derniers centimètres des corticales antérieure (ligne X) et postérieure (ligne Y) du fémur,
- une droite (ligne Z) joignant le point le plus antérieur de la ligne de fond de trochlée (point B) au sommet postérieur des condyles.

La ligne Z coupe la ligne X en un point C et la ligne Y en un point D. la saillie est définie par la distance BC. Elle est exprimée posi-

vement si le point B est situé en avant de la ligne X, négativement si B est situé en arrière de la ligne X. Pour H. Dejour, une saillie supérieure à 5 mm est pathologique.

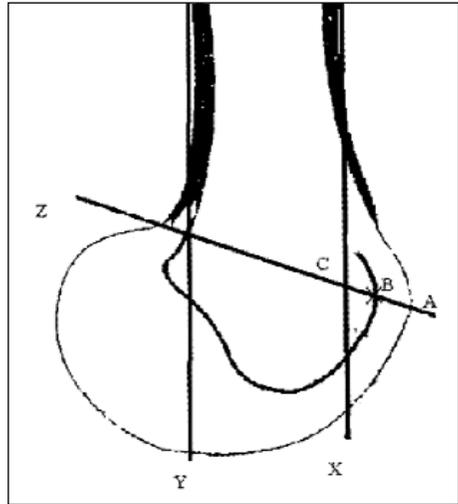


Fig. 1 : Méthode de mesure de la saillie de la trochlée selon H. Dejour

#### \* L'éperon sus-trochléen

Cette image de spicule située au-dessus de la trochlée traduit une proéminence globale de la trochlée et de la sus-trochlée par rapport à la corticale antérieure du fémur mais également une éversion latérale de la sus-trochlée.

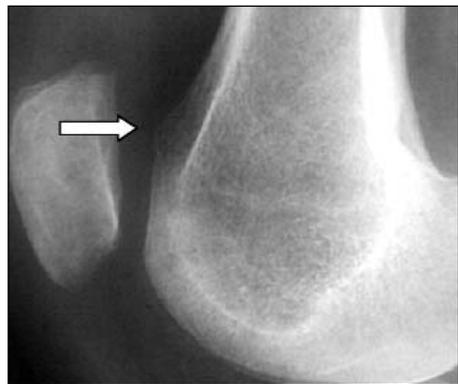


Fig. 2 : Eperon sus-trochléen

### \* *Le double contour*

Il s'agit d'une image corticale en arrière de la berge latérale de la trochlée et de la corticale antérieure du fémur. Elle correspond à la projection de profil de la berge interne de la trochlée qui est hypoplasique. Elle est considérée comme pathologique si elle descend en dessous du signe du croisement.

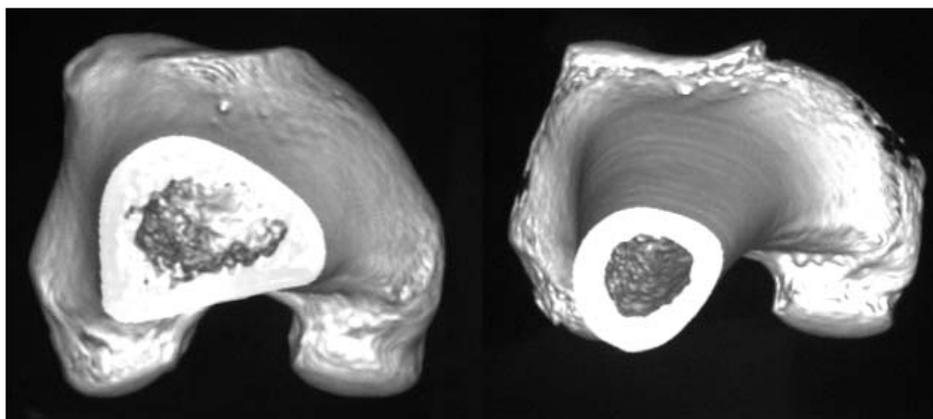
### **Anatomie scanographique et IRM**

Ces techniques d'imagerie permettent d'analyser la morphologie trochléenne à différents niveaux. Les travaux de D. Dejour [16] ont permis de corréler les images scanographiques aux données radiographiques avec notamment le signe de la falaise aspect scanographique du double contour radiologique traduisant l'hypoplasie du condyle interne.

Par ailleurs, les études IRM de Kujala [10] et Pfirrmann [12] ont démontré que les anomalies morphologiques siègent à la partie proximale de la trochlée et sont donc sous estimés par les incidences radiographiques fémoropatellaires. Les travaux de Van Huyssten [17] en IRM ont par ailleurs souligné le fait qu'il

n'existait pas de corrélation entre la dysplasie osseuse et cartilagineuse. Cette dernière est souvent sous estimée. En effet, selon l'auteur, des contours osseux concaves peuvent être associés à des contours cartilagineux concaves, plats ou même dans le pire des cas convexes. Pour Stäubli [14], il existe une discordance pouvant aller jusqu'à 7 mm entre les contours osseux analysés radiographiquement et les contours cartilagineux analysés en IRM.

Enfin, de nouveaux protocoles d'imagerie permettent désormais des reconstructions osseuses tridimensionnelles autorisant une analyse globale de la trochlée. Ainsi, Yamada [19] a pu mettre en évidence que la dysplasie de trochlée est liée à un aspect convexe de l'ensemble de la trochlée proximale. Cette analyse est confortée par les résultats de la thèse de Guilbert [8] pour qui l'existence d'un éperon sus-trochléen traduit une inversion de courbure de la sus-trochlée et de la partie initiale de la trochlée. Ces anomalies morphologiques sont responsables d'une perte de la congruence fémoropatellaire lors de l'engagement de la rotule dans la trochlée ; c'est-à-dire dès les premiers degrés de flexion du genou.



**Fig. 3 : Reconstruction scanographique tridimensionnelle**



## CLASSIFICATION DES DYSPLASIES TROCHLÉENNES

En 1990, H. Dejour et G. Walch [5] décrivent 3 types de dysplasies de trochlée en fonction du signe du croisement et de la hauteur de la berge latérale de la trochlée.

**Type I** — Les deux joues trochléennes sont symétriques, la gorge trochléenne croise en même temps la partie haute des berges trochléennes.

**Type II** — Les deux joues trochléennes sont asymétriques, la gorge trochléenne croise la berge interne avant de croiser l'externe plus haut.

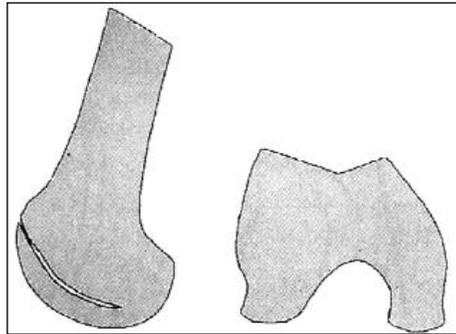
**Type III** — Les deux joues trochléennes sont symétriques, la gorge croise en même temps les deux berges à la partie basse.

Cette classification a été modifiée en 1998 par D. Dejour [16] ; il s'agit cette fois d'une classification en quatre grades basée également sur la radiographie de profil strict ainsi que sur le scanner.

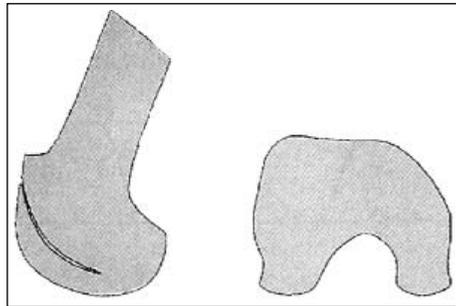
**Grade A** — Il s'agit d'une dysplasie modérée. Il existe un signe du croisement mais, même si celle-ci est peu profonde, la morphologie globale de la trochlée est respectée.

**Grade B** — Ce niveau de dysplasie traduit l'aplatissement progressif de la trochlée. On retrouve ainsi le signe du croisement mais également l'éperon sus-trochléen.

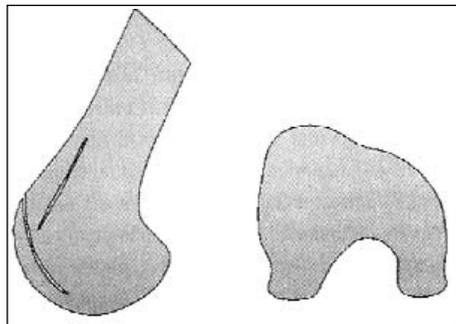
**Grade C** — La trochlée tend à devenir asymétrique avec un versant interne hypoplasique et un versant externe convexe. Ceci, ce traduit donc radiographiquement par, outre le signe du croisement, l'existence d'un double contour.



**Dysplasie de grade A**

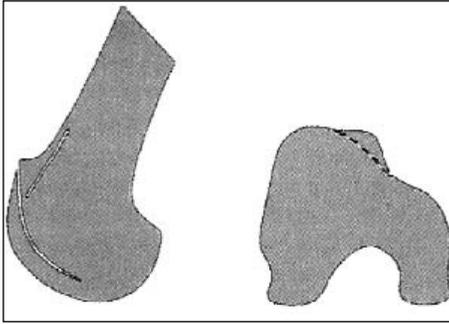


**Dysplasie de grade B**



**Dysplasie de grade C**

**Grade D** — La trochlée est franchement asymétrique avec un versant interne en infrastructure, un versant externe toujours convexe et surtout un raccordement abrupt entre les deux berges. Sur les radiographies, on retrouve toujours le signe du croisement mais également l'éperon sus-trochléen et le double contour.

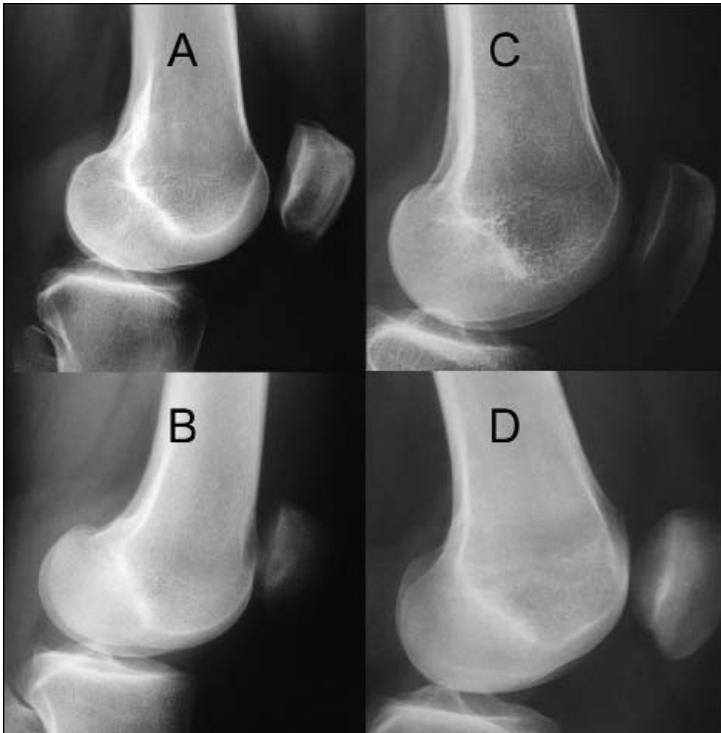


*Dysplasie de grade D*

Les quatre grades de la classification de D. Dejour sont récapitulés sur les images suivantes.

R. Biedert [2] décrit dans les cas de luxations habituelles de rotules chez l'adolescent une trochlée présentant un versant latéral court. L'engagement de la rotule se fait tardivement lors de la flexion car la trochlée proximale ne joue pas un rôle rétentif suffisant.

Les travaux de S. Guilbert [8] avaient permis de dégager deux grandes familles de dysplasies trochléennes : les dysplasies luxantes et les dysplasies non luxantes. Ils avaient mis en évidence l'éperon sus-trochléen comme étant significativement rattaché à une instabilité plus grande. Ainsi, les dysplasies avec éperon c'est-à-dire de type B et D sont considérées comme les dysplasies luxantes par opposition aux dysplasies non luxantes de type A et C.



## CONCLUSION

La dysplasie de la trochlée fémorale est l'anomalie morphologique la plus fréquemment présente en cas de luxation épisodique de rotule. Le siège de la malformation peut

se situer à divers niveaux de la trochlée voire dans les cas les plus graves s'étendre à la sus-trochlée. La radiographie de profil strict est un bon examen de débrouillage mais les nouvelles techniques d'imagerie tridimensionnelles permettent désormais une analyse dans les trois plans de l'espace.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BADE P. 1903. Die habituelle luxation der patella. *Z. Orthop Chir* 10(3): 451-488.
- [2] BIEDERT R.M. 2004. Patellofemoral Disorders: Diagnosis and treatment. *Ed Wiley* 194-198.
- [3] BOEHER L. 1918. Ein fall von doppelseitiger habituelle patellaluxation. *Z. Orthop Chir* 38: 303-310.
- [4] BRATTSTÖM H. 1964. Shape of intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of the patella. A clinical and X-Ray analysis. *Acta Orthop Scand supp* 68 : 45-52.
- [5] DEJOUR H., WALCH G., NEYRET P., ADELEINE P. 1990. Dysplasie de trochlée fémorale. *Rev Chir Orthop* 76(1) : 45-54.
- [6] FICAT 1970. Pathologie fémoropatellaire. *Ed Masson*.
- [7] GARRON E., JOUVE J.L., TARDIEU C., PANUEL M., DUTOUR O., BOLLINI G. 2003. Etude anatomique du creusement de la trochlée fémorale chez le fœtus. *Rev Chir Orthop* 89 : 407-412.
- [8] GUILBERT S. 2000. Etude comparative des anomalies morphologiques rencontrées dans la pathologie fémoropatellaire en IRM en séquence volumique. A propose de 112 cas. *Thèse Med Lille*.
- [9] ISERMAYER H. 1967. Über pathologische luxation der Patella. *Arch Klin Chir* 8:1-23.
- [10] KUJALA U.M., OSTERMANN K., KORMANO M. 1989. Patellofemoral relationship in recurrent patellar dislocation. *J Bone Joint Surg Br*71-B: 788-92.
- [11] MALDAGUE B., MALGHEM J. 1985. Apport du cliché de profil du genou dans le dépistage des instabilités rotuliennes. Rapport préliminaire. *Rev Chir Orthop Suppl* II ; 71 : 5-13.
- [12] PFIRRMANN C.W., ZANETTI M., ROMERO J., HOLDER J. 2000. Femoral trochlear dysplasia: MR findings. *Radiology* 216: 858-64.
- [13] SCHUTZER S., RAMSBY G., FULKERSON J. 2004. The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography. *Clin Orthop* 1986; 286-293.
- [14] STÄUBLI H.U., DÜRRENMATT U., PORCELLINI B., RAUSCHNING W. 1999. Anatomy and surface geometry of the patellofemoral joint in the axial plane. *J Bone Surg [Br]* 452-458.
- [15] TARDIEU C., DUPONT J.Y. 2001. Origine des dysplasies de trochlée fémorale. Anatomie comparée, évolution et croissance de l'articulation fémoropatellaire. *Rev Chir Orthop* 87 : 373-383.
- [16] TECKLENBURG K., DEJOUR D., HOSER C., FINK C. 2006. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 14: 235-240.
- [17] VAN HUYSTEN A.L., HENDRIX MRG, BARNETT A.J., WAKELEY C.J., ELDRIDGE JDJ 2006. Cartilage-bone mismatch in the dysplastic trochlea. An MRI study. *J Bone Joint Surg [Br]* 88-B : 688-91.
- [18] WIEMUTH V. 1901. Die habit. Verrenkungen der Kniescheibe. *Deutscher Zeitung Chirurgie* 61: 127-172.
- [19] YAMADA Y., TORITSUKA Y., YOSHIKAWA H., SUGAMOTO K., HORIBE S., SHINO K. 2007. Morphological analysis of the femoral trochlea in patients with recurrent dislocation of the patella using three-dimensional computer models. *J bone Joint Surg [Br]* 89-B: 746-51.







# **RÉSULTATS À LONG TERME DES TROCHLÉOPLASTIES DE CREUSEMENT DANS LE TRAITEMENT DE L'INSTABILITÉ FÉMORO-PATELLAIRE**

*Travail du service d'orthopédie D, CHRU de Lille*

*J.-M. FAYARD, F. GOUGEON, H. MIGAUD*

En 1990, H. Dejour [5] a mis en évidence quatre facteurs anatomiques majeurs de l'instabilité patellaire : la dysplasie trochléenne, la patella alta, la position trop latérale de la tubérosité tibiale antérieure et le déséquilibre entre vaste interne et vaste externe.

Basées sur le principe de correction de la dysplasie de trochlée [1], des trochléoplasties de relèvement de la berge externe de la trochlée ont été effectuées. Puis progressivement, des techniques plus "anatomiques" se sont imposées sur les bases initiées par Masse [17] et modifiées par Dejour [24] avec la trochléoplastie de creusement.

Le but de ce travail était de définir les résultats fonctionnels à long terme des trochléoplasties de creusement à la fois sur la douleur et sur la stabilité et d'évaluer le devenir du cartilage fémoro-patellaire après la modification de forme imposée par le creusement.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### *Méthodes*

#### *Evaluation clinique*

Nous avons utilisé la fiche d'évaluation fonctionnelle Lilloise [23] de l'articulation fémoro-patellaire. Cette fiche était cotée sur 100 points. 45 points sont attribués à l'instabilité et la douleur. Le reste des items permettait d'évaluer le retentissement du genou sur les activités de la vie quotidienne, ainsi que l'impact professionnel et sportif. Afin de pondérer le caractère subjectif de la douleur, 3 points étaient soustraits en cas de prise d'antalgiques.



## Bilan radiographique pré et post-opératoire

Celui-ci comprenait des clichés standards tels que :

- des clichés de face en extension et en schuss permettant de s'assurer de l'absence d'anomalie au niveau de l'articulation fémoro-tibiale ;
- des clichés de profil strict à 30° de flexion permettant l'analyse de la hauteur patellaire selon l'index de Caton et Deschamps et le degré de dysplasie trochléenne (classification de D. Dejour en dysplasie de type A à D selon la présence d'un éperon et d'un double contour) ;
- des clichés des défilés fémoro-patellaires à 30° de flexion permettant d'évaluer l'existence d'une arthrose fémoro-patellaire.

## Matériel

### Données générales

Il s'agissait d'une série de 49 genoux chez 45 patients traités par une trochléoplastie de creusement. Ces patients ont été opérés entre juin 1992 et juillet 1998. Sept patients ont été perdus de vue et une patiente ayant bénéficié de l'intervention sur les deux genoux est décédée des suites d'un cancer du sein. L'âge moyen au moment de la trochléoplastie était de  $28 \pm 10,5$  années.

**Cadre nosologique et degré d'instabilité**  
Notre série comportait 7 instabilités rotuliennes potentielles (17,5 %), 30 instabilités rotuliennes objectives (75 %), 3 instabilités rotuliennes majeures (7,5 %).

### Douleur

7 genoux ne présentaient aucune douleur (17,5 %), 12 genoux présentaient des douleurs légères ou modérées (30 %), 21 genoux des douleurs importantes ou sévères (52,5 %).

### Bilan radiographique préopératoire

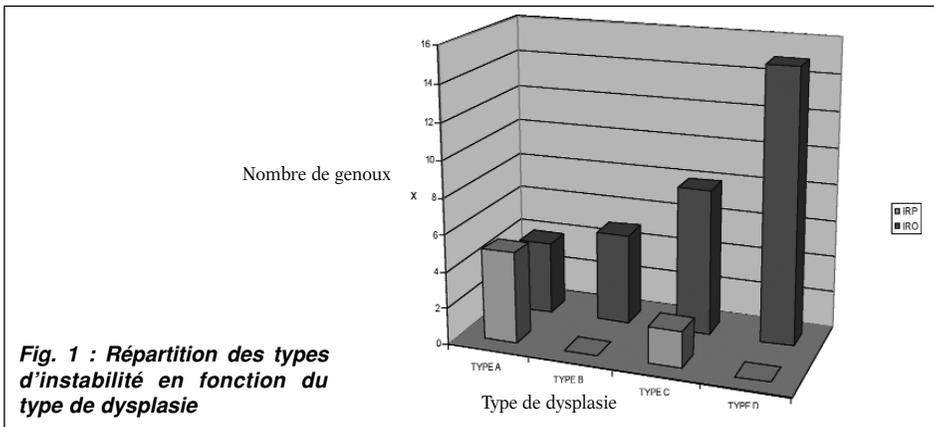
39 de 49 bilans radiographiques préopératoires ont pu être retrouvés.

### Radiographies de profil

Nous avons observé 9 dysplasies de grade A, 5 dysplasies de grade B, 10 dysplasies de grade C et 15 dysplasies de grade D.

Il existait une corrélation très significative entre le type de dysplasie et le type d'instabilité ( $p=0,0045$ ). Les dysplasies luxantes étaient les dysplasies de grade B et D, alors que les dysplasies douloureuses étaient plutôt les dysplasies de grade A et C. Toutes les instabilités rotuliennes potentielles présentaient une dysplasie sans éperon.

Dans le cadre des instabilités objectives, 20 genoux sur 32 présentaient une dysplasie de grade B ou D et 5 des 12 genoux présentant une dysplasie sans éperon avaient une patella alta.



**Fig. 1 : Répartition des types d'instabilité en fonction du type de dysplasie**



La saillie moyenne préopératoire était de 4,9 mm et 26 patients présentaient une saillie supérieure ou égale à 5 mm. L'indice de Caton et Deschamps moyen était de  $1,1 \pm 0,17$ . (Extrêmes : 0,7-1,6).

### *Radiographies de face*

Elles étaient normales dans 39 cas ; seul 1 genou présentait un début de pincement fémoro-tibial.

### *Défilés fémoro-patellaires à 30° de flexion*

Nous avons retrouvé 12,5 % d'arthrose fémoro-patellaire répartis en 2 cas d'arthrose externe, 2 cas d'arthrose interne, 1 cas d'arthrose globale.

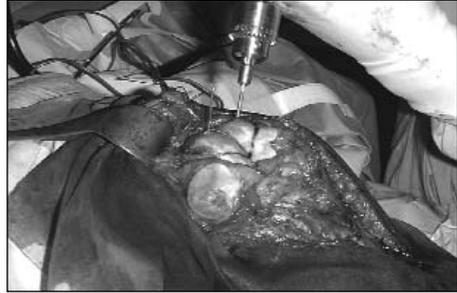
### *Antécédents*

15 genoux présentaient des antécédents chirurgicaux sur le genou opéré soit 37,5 % des genoux de la série.

## TROCHLÉOPLASTIE DE CREUSEMENT

La technique développée dans le service est basée sur les principes que Dejour et Reynaud [24] ont détaillés. Dans les dysplasies de types B et D, la surface sus-trochléenne est d'abord creusée. Lorsqu'il n'existe pas de dysplasie de la sus-trochlée comme dans les dysplasies de types A et C, cette surface peut être creusée à la demande pour permettre l'enfoncement du fond de la trochlée. Le creusement se poursuit sous le cartilage trochléen en os sous-chondral afin d'éviter tout risque de nécrose et doit être plus important sous la gorge de la néotrochlée. Enfin, l'affaissement de la zone de jonction condylo-trochléenne doit se faire par pliage. Une fois le creusement suffisant, le cartilage et l'os sous chondral sont incisés dans l'axe

de la gorge trochléenne. Les berges trochléennes sont ensuite effondrées et fixées par deux vis à tête filetée type Herbert.



**Fig. 02 : Fixation de la trochléoplastie**

## GESTES RÉALISÉS DANS LA SÉRIE

Tous les patients ont bénéficié d'une trochléoplastie de creusement. Dans 8 cas, aucun geste n'a été effectué sur la tubérosité tibiale. Une plastie du vaste médial a été effectuée dans tous les cas. 5 patients ont bénéficié d'un lambeau de dérotation du vaste latéral. Dans 16 cas, une section complémentaire de l'aileron externe a été réalisée.

## ECHECS

Nous déplorons 5 échecs (12,5 %). Tous ces patients ont été réopérés en raison de douleurs.

Il s'agissait dans 2 cas d'une prothèse fémoropatellaire, dans 2 cas d'une prothèse totale de genou et dans 1 cas d'une transposition de la tubérosité tibiale antérieure associée à une patellectomie verticale externe. Aucune récurrence de luxation n'a été la cause des reprises.

## RÉSULTATS CLINIQUES

### Indice de satisfaction

Lors de l'évaluation subjective, nous avons retrouvé 13 patients très satisfaits, 20 patients satisfaits, 2 patients déçus soit 94,2 % de patients satisfaits et très satisfaits.

### Résultats fonctionnels

#### Résultats sur le score Lillois

Le score fonctionnel moyen au recul était de 78 points sur 100 ( $\pm 15$ ) avec des extrêmes de 99 et 45. Nous avons retrouvé 51,4 % de bons et très bons résultats (fig. 3).

Il existait une amélioration significative du score fonctionnel au recul par rapport au score préopératoire ( $p < 0,0001$ ). Le score fonctionnel postopératoire était corrélé au type d'instabilité puisque le groupe des instabilités objectives et majeures avait un résultat significativement meilleur que le groupe des instabilités potentielles ( $p = 0,0204$ ).

### Instabilité

Au recul, nous retrouvons 22 genoux stables soit 62,8 %. Aucun patient n'a présenté de

nouvelle luxation. Il existait une amélioration significative de la stabilité au recul ( $p < 0,0001$ ). Le gain moyen sur l'instabilité était de 2 niveaux. Il était corrélé à la gravité de l'instabilité préopératoire puisque les patients les plus instables présentaient un gain significativement meilleur ( $p < 0,0001$ ).

### Douleur

Nous avons observé au recul 71,4 % de genoux indolores ou présentant des douleurs légères. 11,4 % des genoux présentaient des douleurs mécaniques importantes. En revanche, aucun patient ne présentait de douleurs sévères. Il existait une amélioration significative des douleurs au recul ( $p=0,0015$ ).

### Résultats radiographiques

#### Radiographies de profil strict à 10° de flexion

#### Saillie

La saillie moyenne était de  $-0,3 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$  (extrêmes :  $-7 \text{ mm} - 4 \text{ mm}$ ). Aucun patient ne présentait donc de saillie supérieure ou égale au seuil pathologique de 5 mm. Dans 26 cas (83,9 %), elle était de 1 mm et moins.

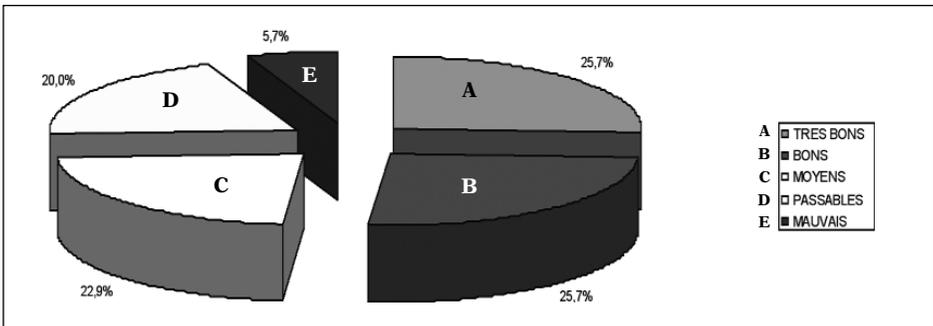


Fig. 3 : Score fonctionnel postopératoire



### *Hauteur patellaire*

L'indice de Caton moyen au recul était de 0,93 (extrêmes : 0,64 - 1,47). 30 genoux avaient un indice inférieur à 1,2 soit 96,8 % des genoux.

### *Défilés fémoro-patellaires à 30° de flexion*

15 genoux présentaient une arthrose fémoro-patellaire (48,4 %). Dans 12,9 %, il s'agissait d'une arthrose externe. Dans 19,4 %, il s'agissait d'une arthrose interne et 16,1 % d'arthrose globale. Nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre l'existence d'une arthrose au recul et le score fonctionnel au recul, ni entre l'existence d'une arthrose au recul et l'intensité de la douleur au recul.

### *Radiographies de face*

90,3 % des genoux ne présentaient pas d'anomalie radiographique sur les clichés de face.

## **Complications**

### *Ablation du matériel*

10 patients ont été opérés en raison de vis de synthèse de la trochléoplastie saillantes. Dans 6 cas, il s'agissait de vis petit fragment. Cette complication n'influçait ni le score fonctionnel final, ni l'importance des douleurs au recul, ni la stabilité finale.

### *Complications postopératoires*

9 patients ont présenté une raideur postopératoire. 8 ont bénéficié d'une arthrolyse arthroscopique et 1 d'une simple mobilisation sous anesthésie générale. Un patient a présenté une nécrose de la berge externe. Un patient a présenté une fracture du tibia non déplacée.

## **DISCUSSION**

### **Résultats fonctionnels**

#### *Résultats sur l'instabilité*

La trochléoplastie a permis la restauration d'un genou stable puisque nous ne déplorons aucune récurrence de luxation mécanique. Ce résultat est à rapprocher des résultats des trochléoplasties de Verdonk *et al.* [29], Schöttle *et al.* [25]. En revanche, Diks *et al.* [8] rapportent une récurrence de luxation sur une série de 33 genoux traités selon la technique d'Elmslie. De même, Nakagawa *et al.* [18] au recul de 161 mois font état de 13,3 % de luxations récidivantes sur 45 genoux traités selon la même technique. Arnbjörnsson *et al.* [2] recensent 21 % de récurrence pour des genoux traités par transposition tubérositaire et/ou des gestes sur les parties molles. Nikku *et al.* [19] rapportent 31 % de luxations après suture du rétinaculum médial et/ou section de l'aileron externe. Zeichen *et al.* [30] publient une luxation sur 36 cas.

Au vu de la littérature, la trochléoplastie nous paraît la meilleure technique de stabilisation de l'instabilité rotulienne objective. En effet, nous pensons que la trochléoplastie permet de corriger le facteur majeur de l'instabilité à savoir la dysplasie trochléenne. Senavongse [26] a démontré sur une étude cadavérique que la dysplasie de trochlée réduit la stabilité de la rotule de 70 % entre 0 et 30° de flexion. Dans notre série, 30 % genoux n'avaient pas été améliorés par une transposition de la tubérosité tibiale ou section de l'aileron externe. Tous avaient présenté des récurrences d'instabilité objective.

#### *Résultats sur les douleurs*

Dans notre série, l'état du cartilage articulaire en pré ou postopératoire n'a pas d'influence sur les douleurs au recul. Si pour Reynaud [24], l'existence d'une arthrose fémoro-patellaire préopératoire n'est pas un facteur pro-



nostic de mauvais résultat, ce facteur l'est pour Remy [22]. Guilbert [10] rapporte l'existence de lésions cartilagineuses comme facteur influençant la douleur. Inversement, Pache *et al.* [21] ne rapportent pas de corrélation entre la gravité des lésions cartilagineuses mises en évidence sous arthroscopie et l'importance des douleurs alléguées. Nous pensons que ce ne serait pas la gravité de ces lésions qui influence les douleurs mais la persistance du conflit entre une zone présentant des lésions cartilagineuses et la protrusion de la trochlée et de la sus-trochlée.

Au recul, le taux de genoux présentant des douleurs modérées ou importantes est de 28,5 % ; Servien [27] rapporte 37,6 % de douleurs climatiques ou d'inconfort. En revanche, Nakagawa *et al.* [18] décrivent 51 % de genoux douloureux.

Nous avons mis en évidence une amélioration significative de la symptomatologie douloureuse en postopératoire. La trochléoplastie semblerait agir sur les douleurs par réduction de la protrusion antérieure du massif trochléen. Comme le suggèrent Dejour [5, 7] et Guilbert [10], l'effet "anti-Maquet" de cette protrusion trochléenne est source de douleurs par augmentation des contraintes fémoro-patellaires.

La trochléoplastie nous a permis de restaurer une saillie en deçà du seuil pathologique de 5 mm. L'amélioration des douleurs nous paraît liée à la disparition de la zone de conflit initiale.

### *Résultats sur l'indice de satisfaction et sur le score fonctionnel*

Nous retrouvons 94,2 % des patients satisfaits et très satisfaits alors que le taux de bons et très bons résultats n'est que de 51,4 %. Verdonk *et al.* [29] décrivent des résultats similaires avec 10 bons résultats subjectifs sur une série de 13 patients alors qu'ils font état de 7 mauvais résultats cliniques ; de même, Reynaud [24] rapportent

77,5 % de résultats subjectifs satisfaisants et très satisfaisants malgré 67,5 % de bons et très bons résultats objectifs. Ceci semble lié à l'amélioration du score fonctionnel plus qu'au score en lui-même. Nos résultats sur l'indice de satisfaction étaient similaires à ceux de Servien *et al.* [27] sur 110 genoux traités par transposition de la tubérosité tibiale antérieure qui publient 94,5 % de patients satisfaits et très satisfaits au recul moyen de 5 ans. Zeichen *et al.* [30] font état de 90 % de bons ou très bons résultats subjectifs pour 36 genoux traités selon la technique d'Insall au recul moyen de 6,3 ans. Au vu de l'indice de satisfaction, la trochléoplastie nous semble donner des résultats similaires que les autres techniques de traitement de l'instabilité rotulienne.

### *Résultats radiographiques*

L'existence d'un talus ostéo-cartilagineux qui se traduit par la saillie osseuse radiographique est responsable d'un conflit avec le pôle distal de la rotule dans les premiers degrés de flexion. Pour Guilbert [11], la douleur est influencée par l'importance de la saillie, au point d'engagement, ainsi que par la diminution de la profondeur de la trochlée. La trochléoplastie nous a permis de restaurer une saillie en deçà du seuil pathologique défini par Walch [5, 6].

L'existence d'une rotule haute est, selon Trillat [28], un facteur majeur d'instabilité rotulienne ; aussi l'obtention d'un indice de Caton égal à 1 est nécessaire à une stabilité parfaite. C'est la normalisation de cet indice qui sert à évaluer l'importance de l'abaissement. La réalisation d'un geste à la carte sur la tubérosité tibiale antérieure a permis le rétablissement d'une hauteur rotulienne normale dans la majorité des cas puisque seul 1 genou avait un indice de Caton supérieur à 1,2. Cette patiente n'avait pas bénéficié de geste d'abaissement.

Remy [22] et Guilbert [10] rapportent que la hauteur rotulienne n'influence pas le score



“instabilité”. Même si, dans notre série, il n'existe qu'un cas de rotule haute postopératoire, cette anomalie de positionnement n'est pas responsable de récurrence de luxation.

Dans notre série, il n'existe pas plus d'arthrose fémoro-patellaire au recul que dans des séries avec des reculs similaires portant sur d'autres techniques de stabilisation. Marcacci *et al.* [16] rapportent 68 % d'arthrose à 30 ans de recul moyen. Nakagawa *et al.* [18] font état de 69 % d'arthrose au recul de 161 mois. Hampson *et al.* [12] signalent 70 % d'arthrose à 16 ans de recul moyen, de même que Juliusson *et al.* [13] à 10 ans de recul moyen. Pour Mäenpää *et al.* [14, 15], les lésions dégénératives fémoro-patellaires seraient liées à la course anormale de la rotule. Par ailleurs, Nomura *et al.* [20] décrivent 96 % de lésions cartilagineuses après luxation patellaire. La trochléoplastie, comme les autres techniques de stabilisation, n'empêcherait donc pas l'évolution vers l'arthrose puisque les lésions cartilagineuses sont déjà constituées.

Par ailleurs, il n'y a pas de corrélation entre l'indice de satisfaction et l'existence d'une arthrose postopératoire. De plus, il n'existe pas de corrélation radio-clinique puisque l'existence d'une arthrose fémoro-patellaire n'influait pas le résultat fonctionnel au recul. Pache *et al.* [21] ne trouvent pas de rapport entre les lésions cartilagineuses et les résultats fonctionnels de 47 transpositions de la tubérosité tibiale antérieure. Dans notre série, ni le résultat sur la douleur, ni le résultat sur l'instabilité ne sont influencés par l'existence d'une arthrose au recul.

### ***Raideur et conflit avec le matériel***

22,5 % des patients présentent une raideur à 6 semaines postopératoires. Verdonk *et al.* [29] décrivent 27 % de raideur postopératoire immédiate ayant nécessité une mobilisation sous anesthésie générale ou une arthrolyse arthroscopique. Donell *et al.* [9] rapportent

29 % de reprise pour arthrolyse secondaire. Remy [22] retrouve un taux inférieur de 13 % de même que Reynaud [24] avec 15 % de mobilisation sous anesthésie et d'arthrolyse. Les études décrivant les résultats des gestes sur les parties molles ou les gestes de réaxation distaux ne font pas état de ce type de complication. Nous pensons que l'exigence première est d'obtenir un genou stable ainsi qu'une amélioration des douleurs. Ce type de complication postopératoire peut être réduit grâce à une mobilisation postopératoire précoce et à la prise en charge dans un centre de rééducation spécialisé.

## **CONCLUSION**

La restauration d'un rail trochléen rétentif nous a permis d'obtenir la stabilité mécanique de l'articulation fémoro-patellaire chez la totalité des patients présentant une instabilité patellaire objective. D'autre part, la chirurgie a permis d'améliorer la symptomatologie douloureuse chez la majorité des patients et particulièrement en cas d'instabilité potentielle par réduction de la zone de conflit trochléenne et sus-trochléenne.

L'évolution arthrosique n'est pas plus importante que dans les autres techniques de stabilisation décrites dans la littérature.

Le risque de raideur et de conflit avec le matériel peut être réduit grâce à un protocole de rééducation en centre spécialisé ainsi que grâce à l'utilisation d'un matériel d'ostéosynthèse peu encombrant.

La prise en charge des dysplasies trochléennes s'est désormais codifiée grâce à l'utilisation d'un protocole scanographique comportant une reconstruction tridimensionnelle de l'épiphyse fémorale distale. Ce protocole permet une analyse fine de la malformation osseuse et un geste de correction adapté à celle-ci. Le rétablissement d'un indice de Caton à 1 doit être associé en cas de patella alta associée.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ALBEE F. 1915. The bone graft wedge in the treatment of habitual dislocation of the patella. *Med. Rec.*, 7(88): 257-259.
- [2] ARNBJORNSSON A., EGUND N., RYDLING O., STOCKERUP R., RYD L. 1992. The natural history of recurrent dislocation of the patella. Long-term results of conservative and operative treatment. *J Bone Joint Surg Br*, 74(1): 140-2.
- [3] BEALS R.K., BUEHLER K. 1997. Treatment of patellofemoral instability in childhood with creation of a femoral sulcus. *J Pediatr Orthop*, 17(4): 516-9.
- [4] COONS D.A., BARBER F.A. 2006. Thermal medial retinaculum shrinkage and lateral release for the treatment of recurrent patellar instability. *Arthroscopy*, 22(2): 166-71.
- [5] DEJOUR H., WALCH G., NEYRET P., ADELEINE P. 1990. La dysplasie de la trochlée fémorale. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 76(1): 45-54.
- [6] DEJOUR H., WALCH G., NOVE-JOSSERAND L., GUIER C. 1994. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2(1): 19-26.
- [7] DEJOUR H., WALCH G. 1987. La pathologie fémoro-patellaire. 6<sup>e</sup> Journée Lyonnaise de chirurgie du genou. *Lyon*.
- [8] DIKS M.J., WYMENGA A.B., ANDERSON P.G. 2003. Patients with lateral tracking patella have better pain relief following CT-guided tuberosity transfer than patients with unstable patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 11(6): 384-8.
- [9] DONELL S.T., JOSEPH G., HING C.B., MARSHALL T.J. 2006. Modified Dejour trochleoplasty for severe dysplasia: operative technique and early clinical results. *Knee*, 13(4): 266-73.
- [10] GUILBERT S. 2000. Etude comparative des anomalies morphologiques rencontrées dans la pathologie fémoro-patellaire en IRM séquence volumique. A propos de 112 cas. In *Thèse Médecine. Edited, Lille*.
- [11] GUILBERT S., BOLZER S., BOULET B., COTTEN A., GOUGEON F. 2004. Analyse arthro-TDM de la dysplasie de la trochlée fémorale : incidence sur le geste chirurgical. *24<sup>e</sup> journées caribéennes d'orthopédie. Fort-de-France*.
- [12] HAMPSON W.G., HILL P. 1975. Late results of transfer of the tibial tubercle for recurrent dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br*, 57(2): 209-13.
- [13] JULIUSSON R., MARKHEDE G. 1984. A modified Hauser procedure for recurrent dislocation of the patella. A long-term follow-up study with special reference to osteoarthritis. *Arch Orthop Trauma Surg*, 103(1): 42-6.
- [14] MAENPAA H., LEHTO M.U. 1997. Patellofemoral osteoarthritis after patellar dislocation. *Clin Orthop Relat Res*, (339): 156-62.
- [15] MAENPAA H., LEHTO M.U. 1997. Patellar dislocation. The long-term results of non-operative management in 100 patients. *Am J Sports Med*, 25(2): 213-7.
- [16] MARCACCI M., ZAFFAGNINI S., IACONO F., VISANI A., PETITTO A., NERI N.P. 1995. Results in the treatment of recurrent dislocation of the patella after 30 years' follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 3(3): 163-6.
- [17] MASSE Y. 1978. "La trochléoplastie." Restauration de la gouttière trochléenne dans les subluxations et luxations de la rotule. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 64(1): 3-17.
- [18] NAKAGAWA K., WADA Y., MINAMIDE M., TSUCHIYA A., MORIYA H. 2002. Deterioration of long-term clinical results after the Elmslie-Trillat procedure for dislocation of the patella. *J Bone Joint Surg Br*, 84(6): 861-4.
- [19] NIKKU R., NIETOSVAARA Y., AALTO K., KALLIO P.E. 2005. Operative treatment of primary patellar dislocation does not improve medium-term outcome: A 7-year follow-up report and risk analysis of 127 randomized patients. *Acta Orthop*, 76(5): 699-704.
- [20] NOMURA E., INOUE M. 2004. Cartilage lesions of the patella in recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med*, 32(2): 498-502.
- [21] PACHE T., MEYSTRE J.L., DELGADO-MARTINS H., SCHNYDER P. 1985. Transplantation de la tubérosité tibiale antérieure selon la technique d'Elmslie-Trillat. Indications en fonction du morphotype. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 71(6): 359-64.
- [22] REMY F. 1997. Analyse rétrospective de 93 trochléoplasties dans le traitement de l'instabilité fémoro-patellaire. *Thèse Médecine. Lille*.
- [23] RÉMY F., BESSON A., GOUGEON F., MIGAUD H., DUQUENNOY A. 1999. Evaluation fonctionnelle de l'instabilité fémoro-patellaire par un score sur 100 points. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, Supp III*: 92.
- [24] REYNAUD P. 1994. La trochléoplastie-creusement dans le traitement de l'instabilité rotulienne. A propos de 33 cas. *Thèse médecine. Lyon*.
- [25] SCHOTTLE P.B., FUCENTESE S.F., PFIRRMANN C., BEREITER H., ROMERO J. 2005. Trochleoplasty for patellar instability due to trochlear dysplasia: A minimum 2-year clinical and radiological follow-up of 19 knees. *Acta Orthop*, 76(5): 693-8.
- [26] SENAVONGSE W., AMIS A.A. 2005. The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability. *J Bone Joint Surg Br*, 87(4): 577-82.
- [27] SERVIEN E., AIT SI SELMI T., NEYRET P. 2004. Evaluation subjective des résultats du traitement chirurgical des instabilités rotuliennes. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 90(2): 137-42.
- [28] TRILLAT A., DEJOUR H., COUETTE A. 1964. Diagnostic et traitement des subluxations récidivantes de la rotule. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 50: 813-24.
- [29] VERDONK R., JANSEGGERS E., STUYTS B. 2005. Trochleoplasty in dysplastic knee trochlea. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13(7): 529-33.
- [30] ZEICHEN J., LOBENHOFFER P., GERICH T., TSCHERNE H., BOSCH U. 1999. Medium-term results of the operative treatment of recurrent patellar dislocation by Insall proximal realignment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 7(3): 173-6.





# **LES FAISCEAUX DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR**

*P. CHAMBAT, R. VARGAS, B. LEMAIRE, B. SONNERY-COTTET*

## **INTRODUCTION**

Le ligament croisé antérieur (LCA) qui a une direction antérieure du fémur au tibia et qui s'oppose à la translation antérieure du tibia est le ligament du genou le plus souvent reconstruit chirurgicalement du fait de la fréquence de sa rupture et de la gêne fonctionnelle qu'elle induit. Sa description anatomique est ancienne mais le premier travail utile chirurgicalement est dû à Girgis [8] en 1975. Il se situe à une période où les reconstructions du LCA débutent.

Ce fut ensuite les publications de Arnoczky [3] (1983) et Odensten [14] (1985) qui permettent de déterminer les données classiques de l'anatomie du LCA.

## **LES DONNÉES ANATOMIQUES CLASSIQUES**

Au niveau fémoral, le LCA s'insère en totalité sur la face axiale de la partie postérieure du condyle externe. Sa surface est semi-circulaire avec un bord antérieur rectiligne et une limite postérieure arrondie s'inscrivant parfaitement

dans l'arc de cercle défini par la partie axiale du cartilage articulaire [8]. Pour d'autres, il s'agit plutôt d'une surface ovoïde dont le grand axe fait un angle de  $26^\circ$  avec la diaphyse fémorale. Les dimensions de cette surface d'insertion sont de 18 mm sur 11 mm [14].

L'insertion tibiale se fait dans une fosse au niveau de la portion pré-spinale sur une surface ovalaire en moyenne de 11 mm sur 17 mm, de direction antéro-postérieure avec une partie médiane qui longe le plateau tibial interne et une partie antéro-latérale en relation avec la corne antérieure du ménisque latéral. Pour la plupart des auteurs, cette insertion est plus large que l'insertion fémorale. Dans leur portion distale, les fibres antérieures du LCA ne sont pas rectilignes. Elles s'insèrent en avant de la limite du toit de l'échancrure, leur trajet présente une concavité supérieure donnant un aspect évasé évoquant un chapiteau ce qui évite le conflit os-LCA.

Du fémur au tibia, le LCA a un trajet oblique antérieur distal et médian. Les fibres supérieures ou proximales du fémur sont antérieures sur le tibia, les inférieures ou distales, postérieures, les antérieures, médiales et les postérieures, latérales. Leur longueur est de  $37 \pm 4$  mm pour les fibres antérieures



et de  $24 \pm 4$  mm pour les fibres postérieures [6]. Les variations de longueur des fibres qui constituent le LCA peuvent être approchées en utilisant le système 4 barres [5, 13]. C'est l'insertion sur le fémur qui est surtout responsable des variations de longueur entre les points d'insertion des fibres du LCA puisque de la flexion à l'extension il existe une variation angulaire de  $140^\circ$  entre les structures osseuses et le ligament [13]. En extension, les fibres du LCA paraissent parallèles avec une même tension. Lorsque le genou fléchit, il existe une rotation de l'insertion fémorale autour du centre instantané de rotation du genou et lorsque le genou passe de  $0^\circ$  à  $90^\circ$  de flexion, les fibres inférieures ou distales fémorales se retrouvent antérieures [3, 8]. C'est cet aspect en flexion qui a fait évoquer l'existence de plusieurs faisceaux au niveau du LCA.

## LES FAISCEAUX DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR

La notion de faisceaux ne peut venir de l'analyse du genou en extension puisque dans cette position, le LCA, qui a ses fibres parallèles, ne montre pas de variation d'épaisseur pouvant évoquer une quelconque structure particulière identifiable.

Les faisceaux sont perçus uniquement en flexion. Celle-ci permet de visualiser d'une part les fibres antérieures et supérieures qui sont identifiées comme antéro-médianes et les fibres postérieures et distales qui sont identifiées comme postéro-latérales. Ce sont les variations dans l'isométrie des différentes fibres composant le LCA qui donnent cet aspect en flexion. Les fibres antérieures et supérieures sont les plus isométriques. Les fibres inférieures et postérieures sont non isométriques. Lorsque le genou fléchit, il existe dans un premier temps *au niveau de ces fibres un rapprochement des points d'insertion donc une détente suivie* aux environs

de  $90^\circ$  d'un éloignement des sites d'insertion, donc une remise en tension [5]. L'isométrie maximum ne s'applique qu'aux fibres les plus antérieures et supérieures alors que la non-isométrie maximum s'applique aux fibres les plus postérieures et inférieures. Entre ces deux extrêmes, les fibres, en fonction de leur position, sont plutôt isométriques ou plutôt non isométriques. Cela a permis de définir un contingent plutôt isométrique qui est le faisceau Antéro-Médian (AM) et un contingent plutôt non isométrique qui est le faisceau Postéro Latéral (PL). Depuis Girgis [8], l'existence de deux contingents mécaniques, de deux faisceaux est admise bien que d'autres auteurs aient parlé de 3 [11] voire 4 faisceaux [15]. Les deux faisceaux ont des rôles mécaniques différents avec un faisceau PL très efficace dans les 30 derniers degrés d'extension, et efficace à partir de  $90^\circ$  de flexion. Le faisceau AM au comportement plus isométrique a un secteur d'efficacité plus large permettant un contrôle du tiroir antérieur dès les premiers degrés de flexion jusqu'à la flexion complète avec un rôle prépondérant après  $30^\circ$  de flexion. Par contre, le rôle de l'AM dans le contrôle des rotations du tibia est faible puisque son trajet est vertical et central dans l'échancrure alors que l'insertion fémorale très distale et postérieure du faisceau PL permet un bon contrôle des rotations tibiales [1, 2, 7].

Il apparaît à la lecture des articles traitant de la biomécanique des deux faisceaux du LCA qu'il serait souhaitable de reconstruire chirurgicalement ces deux faisceaux et de ne plus se contenter de la reconstruction mono faisceau. Le problème est de bien positionner ces deux faisceaux ce que permettent plus facilement des études anatomiques récentes avec cependant encore quelques incertitudes.

Au niveau fémoral, les deux faisceaux occupent la face axiale du condyle externe. La surface d'insertion du contingent AM est approximativement égale à celle du contingent PL pour Harner [9] et Siebold [16] alors que pour Mochizuki [10] le faisceau AM



représente 67 % de la surface et le PL 33 %. Le repère pour le positionnement de l'AM est la partie postérieure de la ligne de Blumensaat faisant un angle avec la corticale postérieure médiane de la métaphyse fémorale et bien visible sur les radiographies de profil. L'AM se situe distal et postérieur par rapport à ce repère lorsque le genou est en extension et inférieur et postérieur lorsque le genou est fléchi à 90°. Les fibres supéro-antérieures de l'AM sont au contact de ce repère [10, 16, 19] et son centre en est distant de 5 ou 6 mm [19]. Si nous nous référons aux études sur l'isométrie du LCA [12] qui notent que le point isométrique fémoral se situe au niveau de la partie postérieure de la ligne de Blumensaat et que cela correspond aux fibres supérieures et antérieures, ce positionnement est cohérent. Par rapport à l'AM, le PL se situe distal et légèrement postérieur lorsque le genou est en extension, en avant et inférieur lorsque le genou est à 90° de flexion. Les fibres postérieures en extension, inférieures en flexion sont contiguës avec le cartilage condylien soit postérieur soit inférieur. C'est ce point qui correspond en flexion au contact condylien sur le tibia qui est le repère essentiel pour le PL. L'axe déterminé par les centres des deux faisceaux est variable et se situe par rapport à la diaphyse fémorale entre 10° [16] et 30° [18], le PL étant plus postérieur. La distance entre les deux centres se situe en moyenne aux environs de 12,5 mm [19]. Tous ces chiffres correspondent à une moyenne mais Siebold [16] a bien montré qu'il existait une grande différence en fonction du sexe donc de la taille quant aux surfaces d'insertion. Ces différences doivent être prises en compte au moment de la reconstruction.

Au niveau tibial, les surfaces d'insertion sont aussi variables en fonction du sexe et de la taille du genou [18], les tailles respectives de l'AM et du PL étant identiques pour Harner [9], différentes pour Siebold avec un AM plus étendu de 12 %. Les différentes études objectivent un positionnement antérieur de l'AM et postérieur du PL, ce fait déterminant le nom du faisceau. Pour Zantop [19], le centre

de l'AM se situe 2,7 mm postérieur et 5,2 mm médian par rapport au centre de l'insertion antérieure du ménisque latéral, alors que le centre du PL se situe 11,2 mm postérieur et 4,1 médian. Ce même auteur insiste sur le fait qu'habituellement dans la reconstruction mono faisceau la position tibiale utilisée correspond plutôt au PL, le recul de l'issue du tunnel tibial étant dicté par les risques de cyclope postopératoire. Siebold [17] utilise comme repère les résidus antérieurs et postérieurs du LCA et les limites médianes et latérales des plateaux tibiaux ce qui détermine un rectangle. Le centre de l'AM se situe à 3 mm du plateau médian et 5 mm en arrière de la partie antérieure du résidu du LCA, le centre du PL se situe à 3 mm du plateau tibial latéral et 6 mm en arrière de cette même partie antérieure. Il insiste également sur le repère additionnel que représente la corne postérieure du ménisque latéral qui est contigu par rapport au bord postérieur du PL.

## CHIRURGIE RECONSTRUCTIVE

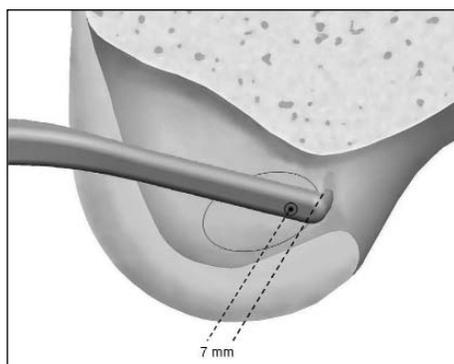
Les études biomécaniques ont démontré l'intérêt de la reconstruction par double faisceaux, l'anatomie est mieux connue, et la problématique actuelle est de restituer chirurgicalement le mieux possible cette anatomie.

Dans notre expérience, le forage des tunnels doit être réalisé de dehors en dedans [4, 5] ce qui représente la seule façon d'être anatomique très postérieur sur le fémur avec un orifice articulaire non ovoïde et un tunnel condylien totalement osseux et non mixte osseux et fibreux.

Pour reconstituer l'AM au niveau du fémur, il existe 2 repères qui sont d'une part le bord postérieur de la ligne de Blumensaat à sa jonction avec la corticale métaphysaire postérieure médiane, d'autre part la partie postérieure, supérieure par rapport au cartilage articulaire, du condyle externe. C'est cette



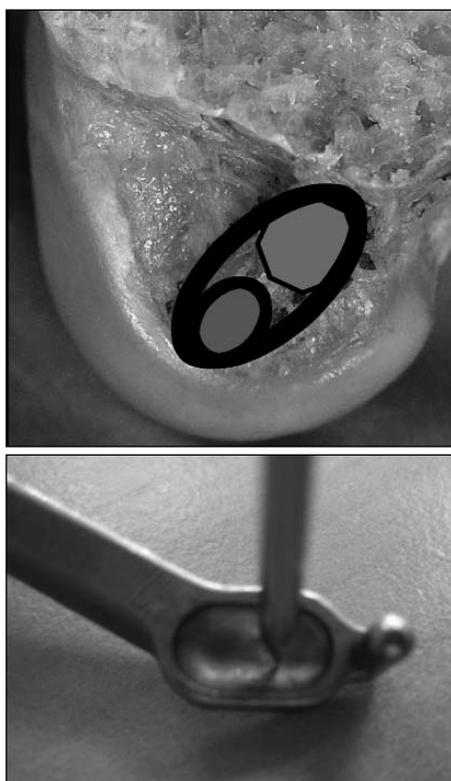
zone que nous prenons comme référence en utilisant un viseur qui s'accroche à son niveau à partir de l'échancrure intercondylienne (fig. 1). La distance entre le "crochet" et le point d'arrivée de la broche guide est de 7 mm mais peut être modulée (+2, -2) en fonction de la taille du genou en utilisant des canons de visée différents. L'abaissement de l'émergence de la broche se fait grâce à l'épaisseur dans le sens vertical de la branche intra-articulaire du viseur qui vient s'appuyer en haut sur le toit de l'échancrure.



**Fig. 1 : Forage du tunnel antéro-médial. L'ergot s'accroche sur le condyle postérieur, au-dessus de la surface cartilagineuse. La broche guide arrive 7 mm en avant de l'ergot mais peut être réglée à  $\pm 2$  mm en fonction des mesures préopératoires.**

Pour le PL, les repères sont représentés par l'AM lui-même puisque l'axe reliant les centres de ces deux faisceaux se situe entre 15° et 30° et la verticale passant par le point de contact du fémur sur le tibia lorsque le genou est à 90°, le PL étant tangent au cartilage articulaire à ce niveau. Le viseur (fig. 2) a un ergot qui se positionne dans le tunnel AM préalablement foré, l'issue de la broche guide pour le PL se positionne à 5,5 mm du bord antérieur du tunnel de l'AM faisant un angle de 30° avec la diaphyse fémorale. La distance bord antérieur du tunnel AM, broche guide pour le PL peut être modulée également ( $\pm 2$  mm) en utilisant des canons différents, le but final étant que le tunnel PL soit tangent au

cartilage au niveau de l'appui condylien lorsque le genou est à 90° de flexion.



**Fig. 2 : Viseur pour le faisceau postérolatéral avec un ergot qui s'accroche au niveau de la partie antérieure du tunnel antéro-médial. L'angle est de 30° lorsque le bras du viseur est parallèle à la diaphyse fémorale. La distance entre l'ergot et l'émergence de la broche guide est de  $5,5 \pm 2$  mm. Le but final est que ce tunnel soit tangent au cartilage au niveau où celui-ci est en contact avec le tibia lorsque le genou est à 90° de flexion.**

Au niveau tibial, les positionnements ont beaucoup moins d'importance en ce qui concerne les variations de longueur, le repère le plus logique et le plus simple étant le rectangle [18] défini en avant et en arrière par les résidus du LCA et latéralement par les bords cartilagineux des plateaux tibiaux.



C'est dans ce rectangle que doivent s'inscrire les deux tunnels, l'AM médian et antérieur, le PL latéral et postérieur. La taille du genou peut être un facteur limitant ne permettant de forer deux tunnels distincts de 6 mm séparés par une zone osseuse de 2 mm. Cela pourrait éventuellement nous amener à réaliser un seul faisceau.

Cette reconstruction à l'aide de guides spécifiques est pour nous la meilleure façon actuelle de reconstruire le LCA double faisceaux. La chirurgie assistée par ordinateur devrait pouvoir améliorer ces gestes à condition que nous nous basions sur l'anatomie et

non pas sur l'isométrie qui n'existe pas au niveau du LCA.

## CONCLUSIONS

La reconstruction anatomique du genou avec deux faisceaux est, en 2008, de plus en plus populaire. Cela reste quelque chose de difficile. Les résultats sont encourageants mais doivent être confirmés par le long terme. La question est de savoir si les gains hypothétiques sont plus intéressants que les risques potentiels pris chirurgicalement.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMIS A.A., BULL A.M., LIE D.T. 2005. Biomechanics of rotational instability and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Operative techniques in orthopedics*. 15 : 29-35.
- [2] AMIS A.A., DAWKINS G.P.C. 1991. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle action related to ligament replacements and injuries. *J. Bone Joint Surg*. 73(B) : 260-267.
- [3] ARNOCKZY S.P. 1983. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin. Orthop*. 172 : 19-25.
- [4] ARNOLD M.P., KOOLOOS J., VAN KAMPEN A. 2001. A single incision technique misses the anatomic femoral cruciate ligament insertion: a cadaver study. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy*. 9 : 194-199.
- [5] CHAMBAT P., VERDOT F.X. Reconstruction du LCA avec un tunnel femoral de dehors en dedans. In *Arthroscopy*. Société française d'arthroscopie. Elsevier Franck A. Dorfmann H, pp 139-142.
- [6] FRIEDRICH N. 2004. Anatomie fonctionnelle du pivot central du genou. In : Landreau P., Christel P., Djian P. Pathologie ligamentaire du genou. Springer, Paris. pp 1-44.
- [7] GABRIEL M.T., WONG E.K., WOO S.L., YAGI M., DEBSKI R.E. 2004. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *Journal of orthopedic research*. 22 : 85-89.
- [8] GIRGIS F.G., MARSHALL J.L., MONAJEM A.R.S. 1975. The cruciates ligament of the knee joint. *Clin. Orthop*. 106 : 216-231.
- [9] HARNER C.D., BAECK G.H., VOGGRIN T.M., CARLIN G.J., KASHIWAGUCHI S., WOO S. 1999. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy*. 15 : 741-749.
- [10] MOCHIZUKI T., MUNETA T., NAGASE T., SHIRAZAWA S., AKITA K., SEKIYA I. 2006. Cadaveric knee observation study for describing anatomic femoral placement for two bundles anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 28 : 356-361.
- [11] NORWOOD L.M., CROSS M.J. 1979. Anterior cruciate ligament functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am. J. Sport med*. 7 : 23-26.
- [12] NOYES F., BUTLER D.L., GRODD E.S., ZERNICKE R.F., HEFZY M.S. 1984. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg* 66A : 344-352.
- [13] O'CONNOR J., SHERCLIFF T., FITZPATRICK D. et al. 1990. Geometry of the knee. In: Daniel D., Akesson W., O'Connor J. Knee ligament. New York/Raven Press. pp 163-199.
- [14] ODENSTEN M., GILLQUIST J. 1985. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J. Bone Joint Surg*. 67A : 257-262.
- [15] SAPEGA A.A., MOYER R.A., SCNECK C., KOMALAHIRANYA N. 1990. Testing for isometry during reconstruction of the anterior cruciate ligament. Anatomical and biomechanical consideration. *J. Bone Joint Surg*. 72A : 259-267.
- [16] SIEBOLD R., ELLERT T., METZ S., METZ S. 2008. femoral insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry and arthroscopic orientation model for double bundles bone tunnel placement. *Arthroscopy*. 24 : 585-592.
- [17] SIEBOLD R., ELLERT T., METZ S., METZ S. 2008. Tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry, arthroscopic landmarks, and orientation model for bone tunnel placement. *Arthroscopy*. 24 : 154-161.
- [18] YASUDA K., KONDO E., ICHIYAMA H., KITAMURA N., TANABE Y., TOHYAMA H., MINAMI A. 2004. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy*. 20 : 1015-1025.
- [19] ZANTOP T., WELLMAN M., FU F.H., PETERSEN W. 2008. Tunnel positioning of anteromedial and posterolateral bundles in anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sport. Med*. 36 : 65-72.







# **ANALYSES CLINIQUE, RADIOLOGIQUE ET ARTHROSCOPIQUE DE LA RUPTURE DU LCA**

*J-CL. PANISSET, D. DEJOUR, J. BARTH*

## **INTRODUCTION**

Toutes les ruptures du ligament croisé antérieur ne sont pas identiques. Déjà le mécanisme de la rupture est foncièrement différent en fonction du type de sport, de la violence du traumatisme et probablement de la morphologie du sujet et du ligament croisé antérieur. Le ligament croisé antérieur étant constitué dans plus de 60 % des cas de deux faisceaux ; un faisceau antéro-médial et un faisceau postéro-latéral, nommé ainsi en fonction de leur insertion tibiale. Cette description ayant été faite par Weber en 1836 [1], depuis, de nombreuses études [2] ont confirmé cette anatomie. Il est alors possible que le traumatisme n'aboutisse qu'à une rupture que d'un seul des deux faisceaux [3]. Lors du Symposium de la Société Française d'Arthroscopie en 2007 [4], nous nous sommes particulièrement intéressés aux différents aspects du LCA lors de l'intervention chirurgicale et nous avons regardé les corrélations avec les données radiographiques et les données de l'examen clinique. Nous avons décidé David Dejour et moi-même de poursuivre cette étude en profitant de l'expérience et du travail du Symposium.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

Il s'agit d'une étude prospective.

Nous avons une série continue de 300 patients venant de deux centres différents (Lyon et Grenoble). Nous avons utilisé la même méthodologie.

Tous les patients étaient indemnes de chirurgie antérieure.

### ***Examen clinique***

Tous les patients ont été examinés au bloc opératoire sous anesthésie, au moment de l'intervention chirurgicale. Nous avons réalisé le test de Lachman et nous avons donné deux qualificatifs ; mou et arrêt dur retardé. De même, nous avons effectué le test du ressaut et nous avons donné quatre qualificatifs ; absent, ébauche ou ressaut bâtarde, ressaut franc et ressaut explosif. Un examen comparatif avec le côté opposé a été réalisé.



## Examen radiographique

Un bilan standard a été réalisé avec des clichés en appui monopodal de face et de profil strict. Un bilan dynamique au Telos à 15 kg a été effectué avec un contrôle strict en scopie pour avoir une bonne superposition des condyles de manière à réaliser des mesures précises.

Nous avons mesuré l'avancée du plateau tibial médial (TACI) et l'avancée du plateau tibial latéral (TACE). Cette mesure a demandé un entraînement pour obtenir une fiabilité dans la réalisation. Nous avons mesuré aussi la pente tibiale.

## Etude statistique

Toutes les données ont été colligées dans un tableur Excel et l'étude statistique a été réalisée avec le logiciel Statel (Adscience.com). Nous avons utilisé le test de Chi2 pour comparer les variables qualitatives, le test de Kruskal et Wallis et de Mann-Whitney pour comparer les variables qualitatives et quantitatives, et le test de corrélation de Pearson et Spearman pour les variables quantitatives. Toute cette étude a été vérifiée par G. Dames, professeur de mathématique supérieure Lycée Champollion à Grenoble.

## RÉSULTATS

### Statistique générale

300 cas, dont 15 bilatéraux.

68 % d'hommes et 32 % de femmes.

Age moyen : 29,5 ans (9-57). La répartition par classes de 10 ans montre la prédominance de la classe 19-29 ans. Il existe aussi une grande fréquence dans la classe 39-49 ans.

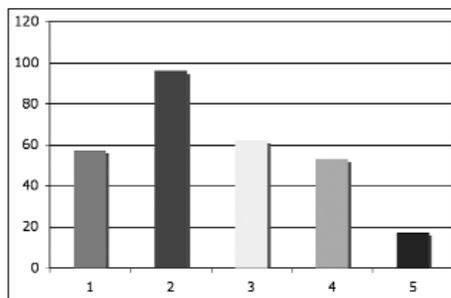


Fig. 1 : Répartition des âges par classe de 10 ans

### Aspects du LCA

Pour avoir une analyse la plus objective possible du résidu du LCA dans l'échancrure intercondylienne au moment de l'intervention, nous avons analysé avec plusieurs observateurs de nombreuses vidéos que nous avons réalisées. Ainsi nous avons classé le résidu en 4 catégories :

- LCA disparu complètement (rupture complète) (fig. 2) : c'est le cas le plus facile car il ne reste plus aucun résidu dans l'échancrure.

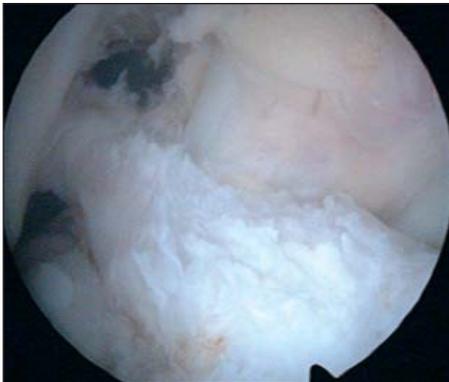


Fig. 2 : LCA complètement disparu

- Conservation du faisceau postéro-latéral (fig. 3) : nous avons donc pu identifier une véritable structure ligamentaire qui prend son insertion sur la face axiale du condyle latéral. Elle est palpable. Elle se tend lorsque l'on se met en position de Cabot



(flexion et varus). Son insertion tibiale est plus difficile à identifier car ce faisceau se confond avec la zone de rupture du faisceau antéro-médial. La disparition du faisceau antéro-médial est alors facilement visible avec une zone vide à la partie la plus haute de la face axiale du condyle latéral.



**Fig. 3 : Conservation du faisceau postéro-latéral**

- *Cicatriciel LCP* (fig. 4) : c'est une entité que nous connaissons depuis des années, il existe une structure fibrillaire qui va s'insérer sur la synoviale en arrière du LCP. On reconnaît aisément cette structure qui présente souvent une convexité en regard de la face axiale du condyle latéral. Il n'y a pas d'insertion sur cette face et encore moins au toit de l'échancrure.



**Fig. 4 : Cicatrisation sur le LCP**

- *Cicatricielle échancrure* (fig. 5) : cette catégorie est la plus difficile à identifier, elle a fait l'objet de controverses au sein des observateurs. Dans cette catégorie, nous avons mis tous les cas où il restait une structure ligamentaire ou cicatricielle proche du toit de l'échancrure à la jonction avec la face axiale du condyle latéral.



**Fig. 5 : Cicatrisation sur l'échancrure ou conservation du faisceau antéro-médial**

Il pourrait s'agir d'une conservation du faisceau antéro-médial et donc d'une rupture du faisceau postéro-latéral.

Nous avons précisé la qualité du résidu, pour les 3 catégories précédentes, en donnant deux qualificatifs : bon ou mauvais en fonction de l'aspect visuel et à la palpation.

Notre série est de 300 cas. Nous avons retiré les cas bilatéraux, nous obtenons une série de 285 cas. Il s'agit d'une série continue. Voici la répartition en fonction des catégories :

- disparu totalement : 59 %
- postéro-latéral : 22 %
- cicatriciel LCP : 12 %
- cicatriciel échancrure : 7 %

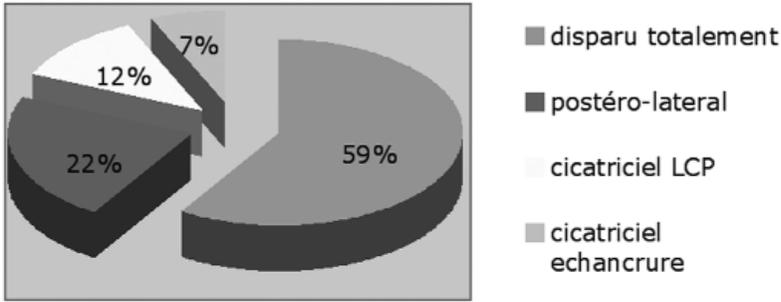


Fig. 6 : Répartition des différents aspects du LCA

### Examen clinique

Nous nous sommes intéressés aux deux tests pathognomoniques de la rupture du LCA ; le test de Lachman et le Ressaut. Nous avons corrélé secondairement ces tests à de nombreuses variables qualitatives et quantitatives.

Test de Lachman : 82 % d'arrêt mou et 18 % d'arrêt dur retardé.

Ressaut : absent 12 %, bâtarde ou ébauche 28 %, franc 36 % et explosif 24 %.

### Laxité

Nous avons réalisé des mesures sur des clichés de profil strict en repérant soigneuse-

ment le bord postérieur du plateau tibial médial (TACI) et du bord postérieur du plateau tibial latéral (TACE).

- Bilan dynamique au telos à 15 kg :
  - TACI : 8,73 mm (0-25)
  - TACE : 15,88 mm (0-31)
  - diff TACI : 7,7 mm (-1-18)
  - diff TACE : 7,85 mm (-4-25)

Ces deux dernières mesures seront celles utilisées pour toutes les corrélations statistiques.

- De même on a mesuré sur les clichés en appui monopodal :
  - TACI mono : 2,5 mm (-6-12)
  - TACE mono : 7,38 mm (-7-21)
  - diff TACI mono : 1,66 mm (-7-11)
  - diff TACE mono : 2,25 mm (-15-18)
  - pente tibiale : 8,56° (2-16)

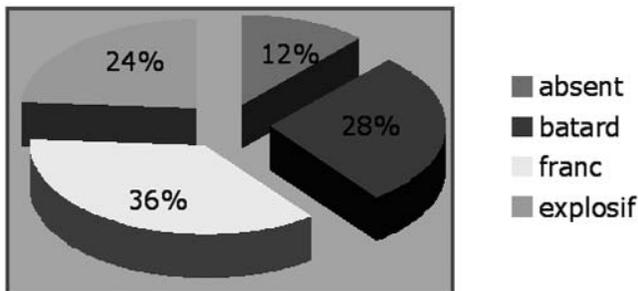


Fig. 7 : Répartition des différents types de ressaut



**Les corrélations**

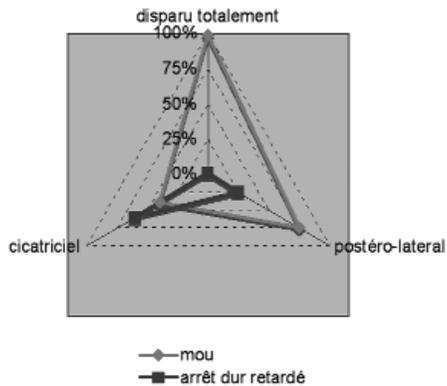
*Aspects du LCA et test de Lachman*

Avant de réaliser un test de Chi2 nous avons regardé la répartition en fonction de la nature du test : mou ou arrêt dur retardé (tableau 1).

Pourcentages	Mou	Arrêt dur retardé
Disparu totalement	71 %	4 %
Postéro-lateral	20 %	32 %
Cicatriciel LCP	6 %	38 %
Cicatriciel échancrure	3 %	26 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

**Tableau 1**

Lorsque nous regardons ce tableau, nous concevons qu'il existe une corrélation entre le groupe disparu totalement et l'ensemble des groupes "cicatriciel et postéro-latéral". Si maintenant nous regardons la répartition des variables du test de Lachman dans chacun des groupes, nous avons le tableau 2 suivant : Le test de chi2 nous montre une corrélation entre le test de Lachman et l'aspect du LCA avec Chi2 = 100,7 et p < 0,00001. Il n'y a pas de différence au sein du groupe "cicatriciel".



**Fig. 8 : Test de Chi2 entre test de Lachman et aspect du LCA**

Il existe donc une majorité de Lachman mou dans le groupe disparu totalement, alors que dans les autres groupes nous avons une plus grande fréquence d'arrêt dur retardé, et nous notons que c'est dans le groupe cicatriciel échancrure (ou conservation du faisceau antéro-médial) qu'il existe le plus d'arrêt dur retardé.

*Aspects du LCA et Ressaut*

Ainsi nous avons réalisé la même démarche avec le test du ressaut (tableau 3).

Pourcentages	Disparu totalement	Postéro-lateral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Mou	99 %	75 %	44 %	32 %
Arrêt dur retardé	1 %	25 %	56 %	68 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

**Tableau 2**

Pourcentages	Disparu totalement	Postéro-lateral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Franc	48 %	28 %	15 %	5 %
Explosif	38 %	2 %	0 %	16 %
Bâtard	12 %	47 %	65 %	42 %
Absent	2 %	23 %	21 %	37 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

**Tableau 3**



Nous constatons une nette prédominance des ressauts francs et explosifs dans le groupe disparu totalement alors que dans le groupe cicatriciel et postéro-latéral nous avons une prédominance de ressauts bâtarde ou absent. Nous allons de même réaliser un test de Chi2. Le test montre une liaison entre les deux variables et plus particulièrement une différence nette entre le groupe postéro-latéral et disparu totalement avec  $\text{Chi}^2 = 116,6$  et  $p < 0,00001$ . Ainsi, lorsqu'il existe un résidu dans l'échancrure, la fréquence du ressaut va chuter.

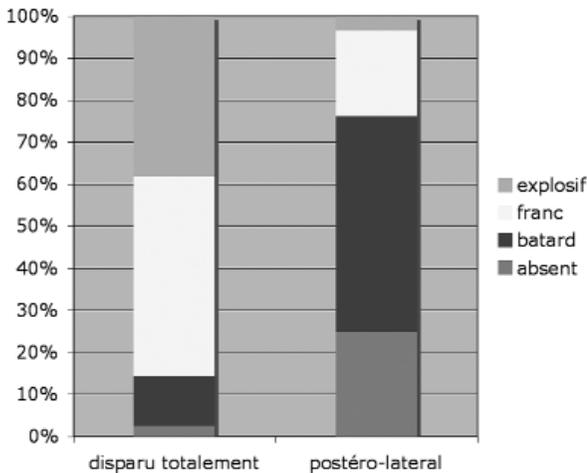


Fig. 9 : Test de Chi2 entre aspect du LCA et le ressaut

A cette occasion, nous avons recherché s'il existait une relation statistique entre le test de Lachman et le ressaut, et nous avons trouvé cette corrélation avec un  $\text{Chi}^2 = 123,1$  et  $p < 0,00001$ . Avec une grande majorité de ressaut franc et explosif lorsque le Lachman est mou et une grande majorité de ressaut absent ou bâtarde quand le Lachman est à arrêt dur retardé (tableau 4).

### Aspects du LCA et laxité

Quelle relation existe-il entre la laxité et l'aspect du LCA ? Nous allons voir au regard des tests statistiques, que les chiffres de laxité vont préciser et identifier les catégories. Nous avons analysé uniquement en utilisant les différentielles TACI et les différentielles TACE sur l'examen au Telos à 15 kg.

- **Test de Kruskal et Wallis et diff TACI** (tableau 5)

Il existe une corrélation avec  $p < 0,00001$  indice de K et W = 69,64.

Le groupe disparu totalement montre la plus grande laxité différentielle alors que les groupes postéro-latéral et cicatriciel échancrure sont tout à fait similaires.

- **Test de Kruskal et Wallis et diff TACE**

Nous retrouvons les mêmes corrélations en fonction de l'aspect du LCA avec  $p < 0,00001$  et indice de K et W 64,64 (tableau 6).

	Mou	Arrêt dur retardé
Absent	3 %	52 %
Bâtarde	25 %	44 %
Franc	43 %	4 %
Explosif	29 %	0 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Tableau 4

Identifiant	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Nb	161	62	34	19
Moyenne	9,118	5,177	7	5
Ecart-Type	3,414	2,802	2,547	3,350
Médiane	9	5	6	4

Tableau 5



Identifiant	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Nb	166	62	34	19
Moyenne	9,464	4,774	6,971	5,263
Ecart-Type	4,392	3,691	3,486	3,212
Médiane	10	5	6,5	5

Tableau 6

Identifiant	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Nb	159	62	34	19
Moyenne	0,277	- 0,452	- 0,0294	0,263
Ecart-Type	3,168	2,641	2,634	2,579
Médiane	1	0	- 1	0

Tableau 7

C'est dans le groupe postéro-latéral que nous trouvons la plus faible laxité sur le compartiment latéral, puis vient secondairement le groupe cicatriciel échancrure. Le groupe disparu totalement montre bien évidemment la plus grande laxité.

- Nous avons regardé enfin, s'il existait une différence entre les laxités différentielles sur le compartiment médial et sur le compartiment latéral. Nous avons donc soustrait ces deux valeurs différentielles et effectué un test de Kruskal et Wallis (tableau 7).

Il s'agit bien évidemment de valeurs extrêmement faibles inférieures à 1 mm.

Il n'y a pas de corrélation statistique.  $P < 0,15$  et indice de K et W = 5,257.

Il existe seulement une différence plus notable entre le groupe disparu totalement et postéro-latéral avec une avancée du plateau tibial latéral qui est moins importante (négative) par rapport au groupe disparu totalement qui montre, lui, la plus grande différence. Nous avons aussi le même type de remarque pour le groupe cicatriciel échancrure

(conservation du faisceau antéro-médial). Il se passe donc quelque chose de différent en fonction des aspects du LCA lors de la poussée au Telos.

- L'analyse du facteur "qualité" du résidu est intéressante. L'aspect du postéro-latéral a été considéré comme bon dans 67 % des cas alors que dans les autres cas nous n'avons retenu que 17 % de bonne qualité. Ceci avec un test de Chi2 significatif :  $\chi^2 = 29,6$   $p < 0,00001$  (tableau 8).

	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP + échancrure
Bonne	67 %	17 %
Mauvaise	33 %	83 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Tableau 8

Nous avons d'autre part trouvé une corrélation statistiquement significative entre ce facteur qualité et la laxité différentielle mesurée sur le compartiment médial (Diff TACI). Test de Mann/Whitney  $Z = 4,608$  et  $p < 0,00001$  (tableau 9).



Résultats	Bonne	Mauvaise
Nb sujets	51	64
Moyenne	4,373	6,734
Ecart-Type	2,332	2,951
Médiane	4	6

Tableau 9

Il y a une laxité plus faible quand la qualité du faisceau restant est bonne !

### Aspects du LCA et âge du patient

(tableau 10)

Test de Kruskal et Wallis :  $p < 0,12$  indice de K et  $W = 5,7$

Ainsi l'âge n'a pas d'influence sur l'aspect direct du LCA.

### Aspects du LCA et délai accident chirurgical

Le délai entre l'accident et le geste chirurgical, apparaît comme un facteur important (tableau 11).

Les chiffres et le test de Kruskal et Wallis montrent une corrélation hautement significative avec  $p < 0,00012$  et indice de K et  $W = 20,72$ . Les deux groupes représentant le faisceau postéro-latéral et cicatriciel échancre ont les délais les plus courts. Ces deux groupes apparaissent peu à peu comme très proches.

### Aspects du LCA et état des ménisques

Nous devons différencier le ménisque médial et le ménisque latéral. Nous avons donné 3 qualificatifs : pas de lésion, méniscectomie et conservation quand une suture est réalisée.

- **Ménisque médial** (tableau 12)

Le test de Chi2  $p < 0,013$ ,  $\chi^2 = 12,68$  montre une différence statistiquement significative avec un fort taux de lésions méniscales dans le groupe disparu totalement par rapport aux autres groupes. 49 % de lésions du ménisque médial dans le groupe disparu totalement contre 40% pour le groupe postéro-latéral et 31% dans le groupe cicatriciel échancre.

Identifiant	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancre
Nb	168	64	34	15
Moyenne	28,43	31,36	28,44	31,27
Ecart-Type	11,07	9,706	12,10	12,74
Médiane	26	30	23	27

Tableau 10

Identifiant	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancre
Nb	160	58	34	15
Moyenne	25,94	6,552	18,88	5,2
Ecart-Type	40,54	5,834	55,62	3,802
Médiane	8	6	5	4
Quartile 25 %	4	3	3,25	2

Tableau 11



Pourcentages	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Pas de lésion	51 %	59 %	79 %	68 %
Conservation	19 %	23 %	15 %	5 %
Méniscectomie	30 %	17 %	6 %	26 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Tableau 12

- *Ménisque latéral* (tableau 13)

Le test de chi2 ne nous a pas permis de trouver une relation statistique entre l'aspect du LCA et le ménisque latéral. Ceci ne nous étonne pas car la lésion du ménisque latéral est une lésion survenant en même temps que la rupture du LCA. La fréquence est donc identique dans tous les groupes.

Par contre, si nous regardons les variables "délai accident chirurgie", et âge du patient,

il y a une corrélation uniquement avec le ménisque médial. Plus l'âge du patient est élevé, plus le délai accident chirurgie est important et plus il y a de lésions du ménisque médial.

- *Corrélation délai accident-chirurgie (en mois) et lésion du ménisque médial* (tableau 14)

- *Corrélation âge (années) et lésion du ménisque médial* (tableau 15)

Pourcentages	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Pas de lésion	73 %	77 %	88 %	74 %
Conservation	6 %	6 %	9 %	0 %
Méniscectomie	21 %	17 %	3 %	26 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Tableau 13

Identifiant	Pas de lésion	Conservation	Méniscectomie
Nb	156	50	65
Moyenne	13,62	16,46	36,45
Ecart-Type	35,39	30,20	43,86
Médiane	5	8	16

Indice de K et W = 22,36  $p < 0,000014$

Tableau 14

Identifiant	Pas de lésion	Conservation	Méniscectomie
Nb	164	53	68
Moyenne	27,03	27,81	36,57
Ecart-Type	9,986	10,73	11,17
Médiane	25	24	37

Indice de K et W = 34,48  $p < 0,00001$

Tableau 15



## Aspects du LCA et IRM

Nous ne disposions que de 195 dossiers IRM complets. Nous avons analysé les clichés dans le plan sagittal et nous avons donné 3 qualificatifs : fibres désorganisées lorsque les fibres n'avaient plus d'aspect structurel ou avaient disparu, fibres rectilignes quand les fibres conservaient une orientation proche de celle de la ligne de Blumensaat, et enfin fibres couchées lorsque les fibres restantes étaient couchées dans l'échancrure proche du LCP (tableau 16).

Le test de Chi2 ne montre pas de différence en fonction de l'aspect du LCA.

Il aurait fallu disposer de coupes axiales ou perpendiculaires aux fibres du LCA pour être plus précis sur le diagnostic IRM [5].

## Influence de l'âge après 40 ans

Nous avons comparé la population de cette série avant et après 40 ans. Il existe une augmentation du taux de lésions du ménisque médial, 62 % après 40 ans, contre 38 % avant 40 ans avec une haute significativité statistique. Cela étant corrélé avec l'âge d'une part mais aussi avec le délai accident-chirurgie d'autre part (tableau 17).

Ces deux corrélations ont été calculées avec le test de Kruskal et Wallis,  $p < 0,00001$ .

Nous avons trouvé aussi, un délai accident-chirurgie considérablement augmenté après 40 ans : 34 mois contre 15 mois avant 40 ans. Il existe une liaison statistique entre l'âge et le délai accident chirurgie, avec un coefficient de Pearson = 0,25 et  $p < 0,000014$ . De même, on va trouver une corrélation entre l'âge et la laxité mesurée sur les clichés dynamiques avec une augmentation de la laxité avec l'âge.

Pourcentages	Disparu totalement	Postéro-latéral	Cicatriciel LCP	Cicatriciel échancrure
Fibres désorganisées	96 %	85 %	71 %	50 %
Fibres couchées	3 %	13 %	18 %	6 %
Fibres rectilignes	1 %	3 %	12 %	44 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Tableau 16

Identifiant	Pas de lésion	Conservation	Méniscectomie
Nb	156	50	65
Moyenne en mois	13,62	16,46	36,45
Ecart-Type	35,39	30,20	43,86
Médiane	5	8	16

Identifiant	Pas de lésion	Conservation	Méniscectomie
Nb	164	53	68
Moyenne en années	27,03	27,81	36,57
Ecart-Type	9,986	10,73	11,17
Médiane	25	24	37

Tableau 17



## DISCUSSION

Cette étude, de même que celle que nous avons réalisée pour le symposium de la SFA, a donné les mêmes corrélations et nous a beaucoup appris sur les différents aspects du LCA.

La description de ces 4 aspects reste bien évidemment discutable. Nous vous rappelons que nous avons déterminé les critères de description après de longues observations de vidéo par plusieurs observateurs. Il existe peu de publications dans la littérature en dehors de l'étude de Crain [6], qui décrit surtout les formes cicatricielles sur le LCP et montre les corrélations avec la laxité.

Le groupe le plus important de cette série est le groupe "disparu complètement" (59 %), ces caractéristiques ne nous surprennent pas, avec une laxité moyenne différentielle à 9,11 mm, un délai accident-chirurgie élevé, 26 mois, un fort taux de lésion du ménisque médial (49 %), un test de Lachman mou (99 %) un ressaut franc ou explosif dans 86 % des cas.

Les groupes "postéro-latéral" (22 %) et "cicatriciel échancrure" (7 %) présentent des caractéristiques proches sur certains critères, laxité faible 5,17 mm et 5 mm, un faible taux de lésion du ménisque médial (40 % et 31 %) et surtout un plus faible taux de méniscectomie. Les valeurs de la laxité sont à rapporter à l'étude d'Adachi [7] qui a décrit 40 cas de lésions isolées du faisceau antéro-médial (conservation du PL) avec une laxité de 5,3 mm mesurée au KT2000. Le test de Lachman est intéressant à analyser car il est à arrêt dur retardé (25 %) mais aussi à arrêt mou (75 %) dans le groupe "postéro-latéral". Cette analyse s'explique probablement par le degré de flexion lors de l'examen clinique. En effet, si nous réalisons ce test dans une position proche de l'extension, il est fort probable que nous obtenions un test de Lachman à arrêt dur retardé, car ce faisceau se tend dans une position proche de

l'extension. En revanche, si nous adoptons une position proche de 30° de flexion, le test sera à arrêt mou. Dans le groupe "cicatriciel échancrure", nous avons 32 % d'arrêt mou et 68 % d'arrêt dur retardé, ceci nous laisse supposer que cet aspect cicatriciel peut correspondre à une conservation du faisceau antéro-médial. Le volume du faisceau antéro-médial étant plus important que celui du postéro-latéral, il est fort probable qu'il y ait une influence sur la qualité du test. La fréquence du "postéro-latéral" est nettement plus importante (22 %) que celle du "cicatriciel échancrure" (7 %).

L'analyse du ressaut est fondamentale, seulement 30 % et 21 % de ressaut franc et explosif. Ce test montre, lors de sa négativité, la présence d'un faisceau restant de bonne qualité. Il est beaucoup plus significatif que le test de Lachman.

Dans ces deux groupes, nous avons aussi un délai accident-chirurgie qui est court, 6,5 mois pour le postéro-latéral et 5,2 mois pour le cicatriciel échancrure. Cet argument peut contribuer à confirmer que nous sommes dans de véritable rupture que d'un seul des deux faisceaux ; soit le faisceau antéro-médial soit le faisceau postéro-latéral.

La prédominance de la conservation du postéro-latéral par rapport à la conservation de l'antéro-médial n'est pas surprenante, Ochi [8] l'avait déjà montré en 2006 sur une série de 169 cas, il avait constaté 10 % de rupture partielle, avec conservation du PL dans 13 cas sur 17 et uniquement 4 conservations de l'antéro-médiale.

L'analyse du facteur "qualité" peut contribuer à renforcer notre opinion puisque nous avons trouvé une excellente corrélation entre la qualité du résidu et la laxité. Ainsi nous avons trouvé majoritairement le postéro-latéral de bonne qualité (67 %) et avec une faible laxité (4,3 mm). Alors que dans les autres catégories nous avons retrouvé une majorité de mauvaise qualité (83 %) et une laxité (diff TACI) plus importante (6,7 mm).



La différence de translation entre le plateau tibial latéral (TACE) et le plateau tibial médial (TACI) nous a montré de petites différences que l'outil statistique n'a pas validées avec significativité, en effet la différence est de 0,277 mm pour le groupe disparu totalement et - 0,477 mm pour le groupe postéro-latéral. La seule chose que nous pouvons dire c'est que la translation se fait moins sur le compartiment latéral dans le groupe postéro-latéral, alors que dans l'autre groupe l'avancée est plus importante en latéral. Nous devons être extrêmement prudent car les valeurs sont très faibles. Il est probable que l'analyse d'un grand nombre de cas augmente la significativité de cette constatation.

Le groupe cicatriciel LCP est un groupe intermédiaire (12 %), avec une laxité plus élevée que dans les deux groupes précédents, 7mm, un délai accident chirurgie plus grand, 19 mois, 44 % de Lachman mou, 15 % de ressaut franc, 21 % de lésions du ménisque médial. Il s'agit probablement d'une phase de passage après la rupture d'un seul des deux faisceaux. En effet, le plus long délai accident-chirurgie est certainement un argument fort pour valider cette hypothèse. Et comme l'a montré Crain, cette nourrice n'a aucun effet sur la laxité qui est proche de celle du groupe rupture totale.

Nous avons montré aussi dans cette étude la relation statistiquement significative entre le test du ressaut et le test de Lachman. Dans le cadre d'un arrêt dur retardé la fréquence du ressaut est faible. Ceci ne nous a pas surpris. D'autre part, nous avons montré l'absence de corrélation entre les lésions du ménisque latéral et les différents aspects du LCA. Ceci paraît logique car la lésion du ménisque latéral est une lésion qui survient lors du traumatisme initial.

L'analyse IRM nous a déçu, il paraît difficile de faire une estimation de la qualité du résidu du LCA en fonction de l'aspect IRM. Il serait souhaitable que nous travaillions plus avec nos radiologues dans des situations précises pour trouver les bonnes coupes nécessaires à une analyse plus fiable.

Nous avons montré qu'il n'y avait pas de corrélation entre l'âge et l'aspect du LCA ; en revanche, si nous comparons deux populations de cette série, l'une avant 40 ans et l'autre après 40 ans, nous avons trouvé de manière statistiquement significative une augmentation du taux de lésion du ménisque médial après 40 ans et une corrélation avec l'âge et aussi avec le délai accident chirurgie. Ceci veut dire qu'après 40 ans les patients ou nous-même attendions trop pour intervenir et pour éviter une dégradation de l'articulation

## CONCLUSION

Cette étude nous a confirmé l'intérêt de l'examen clinique et des mesures radiographiques dynamiques dans le diagnostic et le pronostic des ruptures du ligament croisé antérieur. Il paraît fondamental en fonction de l'examen clinique et des radiographies, d'explorer avec précision l'échancrure intercondylienne pour analyser le résidu du LCA. En fonction de l'ensemble de ces données nous pourrions choisir la meilleure solution technique pour réparer la rupture du LCA.

Cette étude nous a montré aussi le rôle respectif des faisceaux du LCA en fonction des données de l'examen clinique.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] WEBER W. 1836. Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen : Dieterichsche Buchhandlung.
- [2] ZANTOP T., PETERSEN W., FU F. 2005. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Oper Tech Orthop* 15 : 20-28.
- [3] AMIS A.A., DAWKINS G.P. 1991. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fiber bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br* 73 : 260-267.
- [4] D. DEJOUR, J.F. POTEL 2007. Quelle plastie du LCA pour quelle laxité, pour quel patient ? *Symposium SFA. Lyon.*
- [5] ROYCHOWDHURY S., FITGERALD S., SONIN A.H., PEDUTO A.J. *et al.* 1997. Using MR Imaging to diagnose partial tears of the anterior cruciate ligament: Value of axial images. *AJR* : 168.
- [6] CRAIN E.H., FITHIAN D.C., PAXTON E.W., LUETZOW W.F. 2005. Variation in anterior cruciate ligament scar pattern: Does the scar pattern affect anterior laxity in anterior cruciate ligament deficient knees ? *Arthroscopy* 21 :19-24.
- [7] ADACHI N., OCHI M., UCHIO Y., SUMEN Y. 2000. Anterior cruciate ligament augmentation under arthroscopy. A minimum 2 year follow-up in 40 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 120 : 128-133.
- [8] OCHI M., ADACHI N., DEIE M., KANAYA A. 2006. Anterior cruciate ligament augmentation procedure with a one incision technique: antero-medial bundle or postero-lateral bundle reconstruction. *Arthroscopy* 22-463 e 1-463 e5.







# ***TAILLE ET MORPHOLOGIE DES GREFFES VOLUME DES TUNNELS LIGAMENT PATELLAIRE MONO-FAISCEAU VS DIDT DOUBLE FAISCEAU ANALYSE CRITIQUE***

*J. BARTH, R. VARGAS, J-CL. PANISSET, N. GRAVELEAU,  
P. CHAMBAT, B. SONNERY-COTTET*

Les reconstructions du LCA par double faisceau sont des techniques de reconstruction récentes. Les premiers résultats de ces reconstructions dites anatomiques sont encourageants. D'un point de vue théorique, le double faisceau doit permettre de recouvrir de façon plus importante les surfaces d'insertions osseuses du LCA natif par rapport à une reconstruction mono faisceau. Un meilleur recouvrement de ces zones d'insertion doit nous permettre selon les données de l'anatomie fonctionnelle de reproduire plus fidèlement le comportement biomécanique du ligament croisé antérieur. Par rapport aux reconstructions classiques par mono faisceau, le double faisceau semble techniquement plus difficile, il nécessite la réalisation de plusieurs tunnels, ce qui est susceptible d'entamer de manière plus importante le capital osseux de nos patients, et donc de poser des problèmes en cas de reconstruction itérative.

L'objectif de notre étude est d'évaluer dans quelle mesure, la taille de la greffe et des tunnels peut influencer le résultat anatomique

des reconstructions du LCA. Pour cela nous allons comparer le gold standard de la reconstruction ligamentaire du LCA au ligament patellaire (LP), bien connu sous le nom de Kenneth Jones (KJ), au double faisceau utilisant les tendons de la patte-d'oie (DIDT).

## **PRINCIPES THÉORIQUES**

Selon les types de greffes et les techniques chirurgicales, les possibilités de recouvrement de l'insertion fémorale native du LCA peuvent varier. De même, pour chaque technique, les dimensions des différents tunnels osseux réalisés, ont un impact direct sur la préservation du capital osseux de nos patients. Nous utilisons couramment dans notre pratique chirurgicale deux types de reconstruction :

- *La reconstruction mono faisceau au LP avec une visée fémorale de dehors en dedans.*
- *La reconstruction double faisceau au DIDT, utilisant le Droit Interne (DI) pour le faisceau Postéro-Latéral (PL) et le Demi-Tendineux (DT) pour le faisceau Antéro-*



Médial (AM), avec deux tunnels fémoraux réalisés de dehors en dedans et un seul tunnel tibial (schéma 1).

Pour ces deux types de reconstructions, nous avons évalué la section tendineuse des greffes et enregistré les diamètres de perçage des tunnels fémoraux ainsi que leurs longueurs.

À partir de ces données, le volume d'os retiré a pu être calculé. De même, à partir de la section tendineuse des transplants, nous avons évalué le potentiel de recouvrement de la surface d'insertion du LCA natif, c'est-à-dire en prenant en compte un positionnement optimal des tunnels osseux.

Grâce à une étude menée par R. Vargas, sous la direction de P. Chambat, la taille des greffes au LP a été précisément analysée [1]. Nous utilisons exclusivement deux tailles de tunnels osseux : 10 ou 11 mm et le prélèvement tendineux se fait grâce à un bistouri double lame dont la largeur est toujours de 10 mm. L'évaluation de la section tendineuse de ces LP a été évaluée à l'aide d'un gabarit spécifique comprenant des orifices (de calibres progressivement croissants évoluant de 0,5 en 0,5 mm) allant de 6 mm à 12 mm de diamètre. L'évaluation du calibre de la partie tendineuse a été réalisée en repliant le transplant en son milieu (tracté par un fil), afin d'évaluer le calibre de la partie tendi-

neuse doublée. 203 genoux ont été ainsi évalués. La valeur obtenue est ensuite divisée par deux pour enregistrer le calibre de la partie tendineuse du LP. Nous avons utilisé les formules suivantes (S= Section en mm<sup>2</sup> ; R= Rayon en mm ; Ø = Diamètre) :  
 $\text{Ø} = 2R$  ;  $R = \text{Ø} / 2$  ;  $S = \pi R^2$  ;  $S = \pi (\text{Ø}/2)^2$  ;  
 $\text{Ø} = 2\sqrt{(S/\pi)}$

La section en simple est donc en moyenne de 39,2 mm<sup>2</sup> (Ø de 7,1 mm) avec un minimum de 25,1 mm<sup>2</sup> (Ø de 5,7 mm) et un maximum de 56,2 mm<sup>2</sup> (Ø de 8,5 mm).

Pour le DIDT double faisceau, si la section tendineuse est évaluée systématiquement, elle n'a pas encore fait l'objet d'une étude, comme pour le LP. Nous rencontrons cependant dans notre pratique quotidienne, 3 cas de figures (calibres des greffes de petit, moyen et gros volume). Dans la majorité des cas, nous triplons le DI pour obtenir un calibre moyen de 6 mm (minimum : 5 mm et maximum : 7 mm). Le DT, bien que très rarement, peut également être triplé. Son calibre moyen est de 7 mm (minimum : 6 mm et maximum : 8 mm). Ainsi, la section moyenne obtenue est de 66,8 mm<sup>2</sup> (avec un PL de 6 mm de diamètre et un AM de 7 mm de diamètre). Les tunnels osseux fémoraux sont soit de 8 mm pour l'AM et 7 mm pour le PL ou de 7 mm pour l'AM et de 6 mm pour le PL. La longueur du tunnel PL est toujours plus courte que celle du tunnel AM.

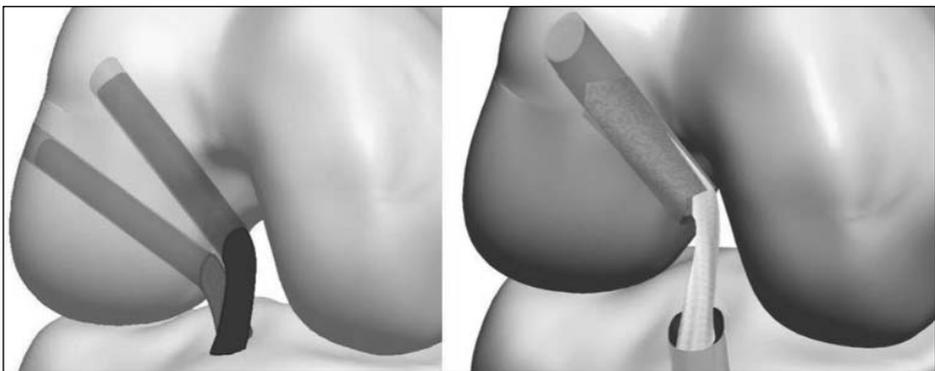


Schéma 1 : Aspect d'une reconstruction en double faisceau (DIDT) et mono faisceau (KJ)



**Pour le ligament patellaire**

Capital osseux amputé lors du forage du tunnel fémoral (tableau 1).

Section des transplants en fonction du diamètre de la greffe (en mm) (tableau 2).

**Pour le DIDT en double faisceau**

Capital osseux amputé par les 2 tunnels fémoraux (tableaux 3 et 4).

Section des transplants en fonction de la taille des greffons (petit, moyen et gros volume) (tableaux 5, 6 et 7).

Tunnel (diamètre)	R (mm)	R <sup>2</sup>	$\pi R^2$ (mm <sup>2</sup> )	Volume tunnel long 35 mm
11	5,5	30,25	95,0	3325 mm <sup>3</sup>
10	5	25	78,5	2747,5 mm <sup>3</sup>

**Tableau 1**

Ligament (LP)	R (mm)	R <sup>2</sup>	$\pi R^2$ (mm <sup>2</sup> )
9	4,5	20,25	63,6
8	4	16	50,2
7	3,5	12,25	38,5
6	3	9	28,3

**Tableau 2**

Double Tunnels (diamètre)	R (mm)	R <sup>2</sup>	$\pi R^2$ (mm <sup>2</sup> )	Volume tunnel AM 35 mm de long Tunnel PL 30 mm de long
8 (AM)	4	16	50,2	1757 mm <sup>3</sup>
7 (PL)	3,5	12,25	38,5	1155 mm <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>			<b>88,7</b>	<b>2912 mm<sup>3</sup></b>

**Tableau 3**

Double Tunnels (diamètre)	R (mm)	R <sup>2</sup>	$\pi R^2$ (mm <sup>2</sup> )	Volume tunnel AM 35 mm de long Tunnel PL 30 mm de long
7 (AM)	3,5	12,25	38,5	1347,5 mm <sup>3</sup>
6 (PL)	3	9	28,3	849 mm <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>			<b>66,8</b>	<b>2196,5 mm<sup>3</sup></b>

**Tableau 4**

Double faisceau (gros)	R (mm)	R <sup>2</sup>	$\pi R^2$ (mm <sup>2</sup> )
8 (AM)	4	16	50,2
7 (PL)	3,5	12,25	38,5
<b>TOTAL</b>			<b>88,7</b>

**Tableau 5**



Double faisceau (moyen)	R (mm)	R <sup>2</sup>	$\pi R^2$ (mm <sup>2</sup> )
7 (AM)	3,5	12,25	38,5
6 (PL)	3	9	28,3
<b>TOTAL</b>			<b>66,8</b>

Tableau 6

Double faisceau (petit)	R (mm)	R <sup>2</sup>	$\pi R^2$ (mm <sup>2</sup> )
6 (AM)	3	9	28,3
5(PL)	2,5	6,25	19,6
<b>TOTAL</b>			<b>47,9</b>

Tableau 7

## SYNTHÈSE

### Capital osseux

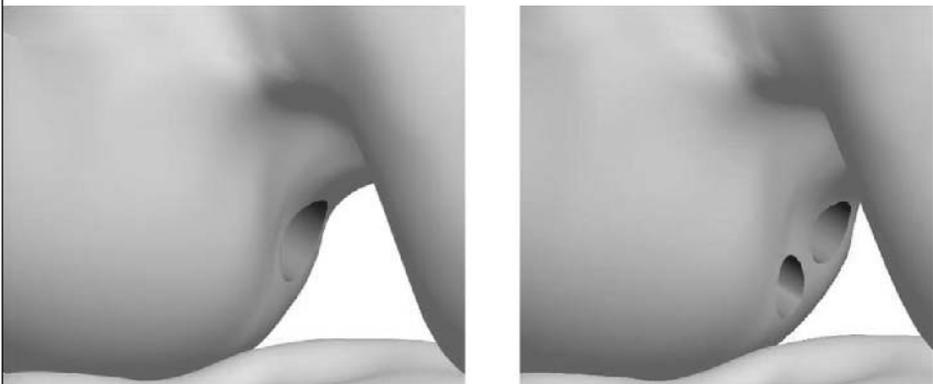
Pour un ligament de grosse taille, un DIDT double faisceau (AM=8 et PL=7) ampute  $3325-2912 = 413 \text{ mm}^3$ , soit 12,4 % d'os en moins que pour un LP (Diamètre = 11).

Pour un ligament de petite taille, un DIDT double faisceau (AM=7 et PL=6) ampute  $2747,5-2196,5 = 551 \text{ mm}^3$ , soit 20 % d'os en moins que pour LP (Diamètre = 10) (schéma 2.).

### Potentiel de recouvrement de l'insertion native du LCA

Dans la littérature, on trouve selon les auteurs des surfaces d'insertion fémorale moyenne très variable allant de  $155 \text{ mm}^2$  pour Odentsen [2] (schéma 3) à  $65 \text{ mm}^2$  pour Mochizuki [3] (schéma 4) qui ne prend en compte que l'insertion fonctionnelle du LCA, c'est-à-dire en éliminant l'enveloppe de synoviale et les différentes couches périphériques de tissus conjonctifs.

#### Préservation du capital osseux : KJ mono faisceau/DIDT double faisceau

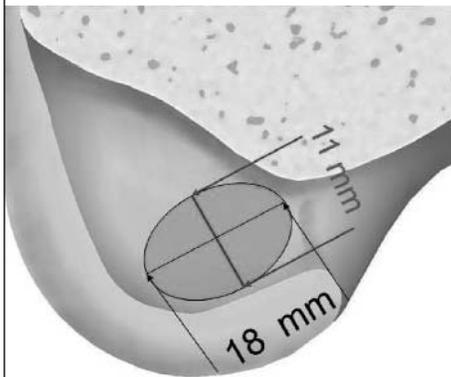


1 tunnel  $\varnothing 11 \text{ mm} = 12,4 \%$  de capital osseux prélevé en plus que 2 tunnels  $\varnothing 8$  et  $7 \text{ mm}$   
 1 tunnel  $\varnothing 10 \text{ mm} = 20 \%$  de capital osseux prélevé en plus que 2 tunnels  $\varnothing 7$  et  $6 \text{ mm}$

Schéma 2 : Volumes d'os amputé lors du forage d'un mono et d'un double faisceau



**Recouvrement de la surface d'insertion du LCA : KJ mono faisceau/DIDT double faisceau**

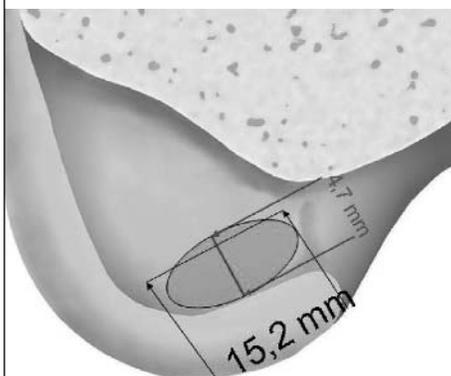


Insertion fémoral du LCA selon Odentsen

**Surface : 155 mm<sup>2</sup>**

**Schéma 3 : Surface de recouvrement du LCA natif sur le fémur selon Odentsen**

**Recouvrement de la surface d'insertion LCA : KJ mono faisceau/DIDT double faisceau**



Insertion fémoral du LCA selon Mochizuki

**Surface : 65 mm<sup>2</sup>**

**Schéma 4 : Surface de recouvrement du LCA natif sur le fémur selon Mochizuki**

Ces deux modèles, de la plus large à la plus petite insertion fémorale décrite, seront utilisés pour présenter les résultats en termes de recouvrement potentiel.

**- Surface d'insertion d'Odentsen**

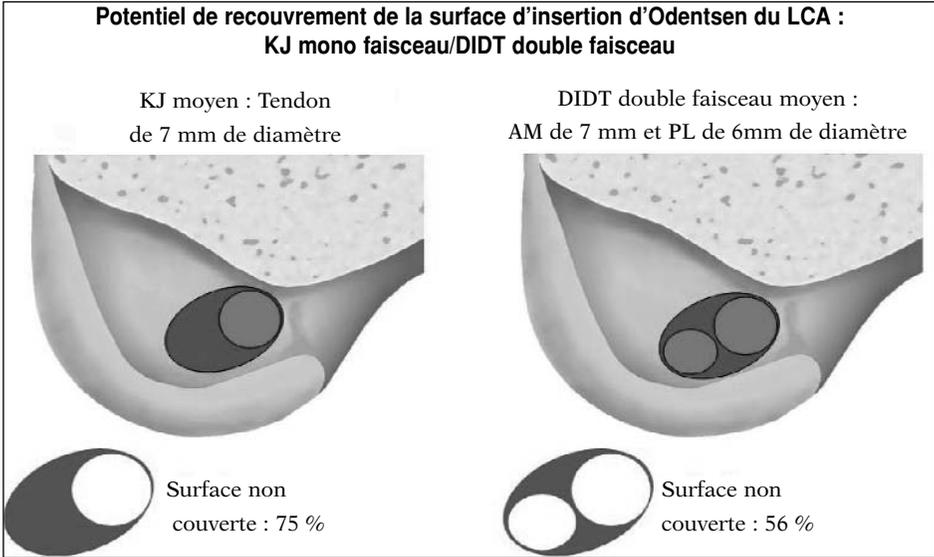
Si on considère théoriquement pour nos 2 types de ligamentoplastie (en mono faisceau au LP de diamètre 7 et en double faisceau DIDT de diamètre 6 et 7), que les greffes soient idéalement placées dans la cible anatomique, nous avons analysé pour chacune

d'elle leur potentiel de recouvrement. Dans un premier temps, prenons le modèle d'Odentsen comme référence de cette cible anatomique.

Un DIDT double faisceau (AM=7 et PL=6), recouvre 44 % et laisse 56 % de surface d'insertion d'Odentsen non couverte.

Un LP de calibre 7 mm recouvre 25 % et laisse 75 % de surface d'insertion d'Odentsen non couverte (schéma 5).



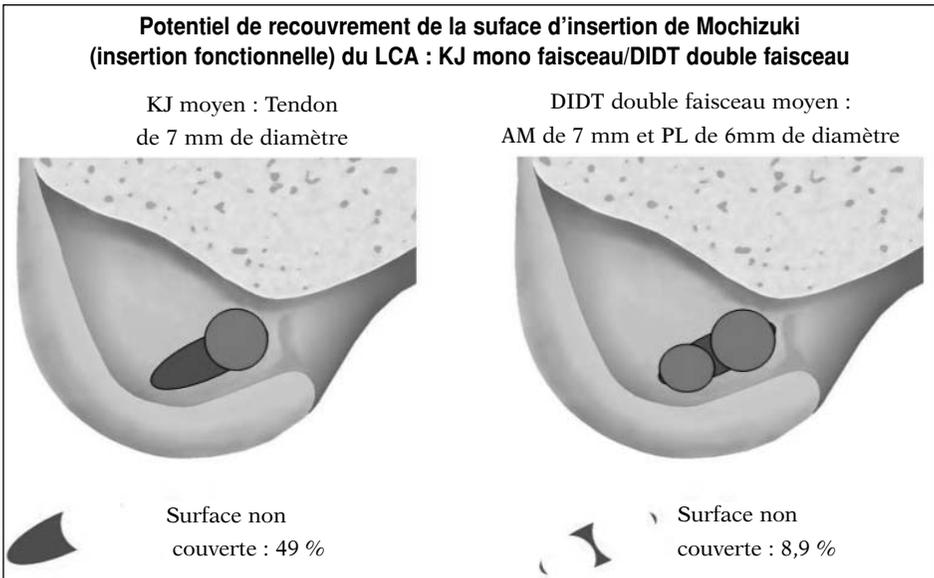


**Schéma 5 : Potentiel de recouvrement de la surface Odetsen en fonction du type de greffe**

**- Surface d'insertion de Mochizuki**

À présent, considérons le modèle de Mochizuki comme référence de cette cible anatomique. Un DIDT double faisceau (AM=7 et PL=6) recouvre 91 % et laisse 8,9 % de sur-

face d'insertion de Mochizuki non couverte. Un LP de calibre 7 mm recouvre 51 % et laisse 49 % de surface d'insertion de Mochizuki non couverte (cf. schéma 6).



**Schéma 6 : potentiel de recouvrement de la surface Mochizuki en fonction du type de greffe**



Cette étude permet de montrer que le capital osseux est légèrement moins endommagé par la réalisation d'un DIDT en double faisceau que par un LP en mono faisceau.

De même, le potentiel de recouvrement de la surface d'insertion fémorale du LCA natif est mieux recouvert par le double faisceau que par le mono faisceau, et ce pour des modèles d'insertion native de taille très différente.

## DISCUSSION

Le LCA s'insère sur la face axiale du condyle latéral, puis prend une course oblique dans l'échancrure vers le bas et l'avant pour s'insérer sur l'épine tibiale médiale. Selon Amis [5], l'épaisseur du LCA varie de 7 à 12 mm. Andersonn [6] précise que la forme du LCA est ovale avec un rétrécissement progressif des extrémités vers le milieu du ligament, où la surface est respectivement de 36 mm<sup>2</sup> chez la femme et 44 mm<sup>2</sup> chez l'homme. Pour un LP, la section moyenne en son milieu est de 29,2 mm<sup>2</sup> (extrême : 21-38), ce qui est légèrement inférieur à la section d'un LCA natif. En revanche, pour un DIDT la section moyenne est de 66,8 mm<sup>2</sup>, donc bien supérieure à un LCA natif. Ainsi, en cas de greffe (DIDT en double faisceau) trop volumineuse, on peut se demander s'il ne peut pas exister de conflit avec le ligament croisé postérieur dans l'échancrure, pouvant compromettre la récupération des amplitudes. Odensten [2] et Girgis [6] précisent que l'insertion fémorale du LCA se fait sur un ovale de 18 mm de long sur 11 mm de large, juste en arrière d'une petite éminence osseuse, la "resident's ridge". L'insertion tibiale se fait entre les épines tibiales selon une forme ovale de 11 mm de largeur dans le plan coronal et de 17 mm de long dans le plan sagittal [6, 7]. Pendant la flexion, le ligament twisté sur lui-même à cause de ses insertions selon un axe longitudinal sur le fémur et selon un axe sagittal sur le tibia (schéma 7). Girgis [6] et Petersen [7] ont défini 2 contingents de fibres dont le nom est défini par leur insertion sur le tibia :

Antéro-Médial (AM) et Postéro-Latéral (PL). Sur le fémur, le faisceau AM s'insère en proximal et le PL en distal. Même si cette description reste controversée par certains auteurs comme Amis [4] qui retrouve 3 faisceaux ou Odensten [2] qui ne parvient pas à diviser les 2 faisceaux, tous les auteurs se sont mis d'accord sur la fonction. En effet, Amis [4] a bien montré que le faisceau le plus isométrique est le faisceau AM. La longueur moyenne des fibres de l'AM serait de 32 mm selon Amis [4] et de 17,8 mm pour le PL selon Kummer [8]. Ces descriptions nous permettent au moins de comprendre les différences de tension et de longueur des fibres du LCA au cours de l'extension et de la flexion. Par ailleurs, les études biomécaniques et l'anatomie du LCA chez le fœtus [4] ont fini par faire accepter de façon consensuelle la présence de 2 faisceaux AM et PL.

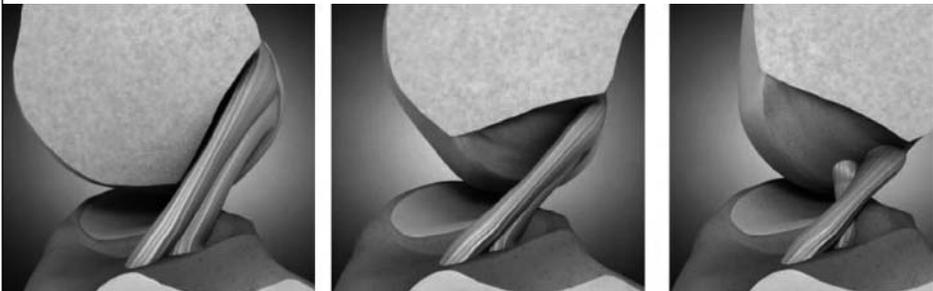
Cette étude nous a permis de montrer qu'une technique en double faisceau, malgré la réalisation de 2 tunnels, ne constitue pas une agressivité délétère sur le capital osseux. Il est donc possible de réaliser cette technique sans fragiliser le fémur. En revanche, Siebold a rapporté récemment des résultats préoccupants quant à la ballonnisation des tunnels observés sur 25 DIDT "double faisceau 4 tunnels" à un an de recul [9]. Il a observé un élargissement de 43 % pour ses tunnels AM et PL tibiaux, un élargissement de 35 % pour le tunnel AM fémoral et un élargissement de 48 % pour le tunnel PL fémoral. Il a également constaté 41 % de communication de ses tunnels tibiaux. Ces conséquences sont inquiétantes, notamment en cas de reprise, et méritent d'attirer une attention toute particulière. Il est certain que l'avantage du ligament patellaire (os-tendon-os), est de combler en partie la perte osseuse des tunnels par les blocs osseux. Ces phénomènes n'ont jamais été décrits avec cette technique. Le comblement osseux des tunnels, en cas de reprise, facilite grandement la technique chirurgicale. Nous n'avons malheureusement pas pu déterminer le volume de ces blocs qu'il faudrait retrancher du volume total retiré lors du forage des tunnels. Notre tech-



nique en double faisceau de reconstruction avec un seul tunnel tibial nous permettra peut-être de diminuer ce phénomène de ballonnisation à ce niveau. Par ailleurs, Fauno a déjà montré qu'une fixation plus anatomique intra-spongieuse et proche de l'orifice intra-articulaire permettait de diminuer significativement le risque de ballonnisation des tunnels [10]. Contrairement à Siebold qui utilise une technique "in-out" trans-tibiale avec une fixation corticale (Endo-Bouton), nous sommes restés fidèles à une technique "out-in", préservant un pont osseux suffisant entre les tunnels fémoraux AM et PL, garantissant ainsi 2 orifices bien distincts. Aussi, nous préférons une double fixation spongieuse (par vis d'interférence) et corticale (par fils de traction des faisceaux AM et PL noués entre eux). Nous espérons ainsi réduire ce risque de ballonnisation. Sinon, Jung propose une alternative élégante, pour éviter ce risque : une reconstruction en double faisceau composite avec un LP pour le faisceau AM et un DI pour le faisceau PL [11]. C'est en tout cas ce que nous conseillons en cas de prise de greffe sur les tendons ischio-jambiers de mauvaise qualité. Dans ce cas, il est alors possible de prendre un ou deux des ischio-jambiers pour reconstruire le PL, puis prélever un LP de plus petite taille pour l'AM, réduisant ainsi la morbidité sur l'appareil extenseur.

Si l'on s'attache à reconstruire le plus anatomiquement possible le LCA, un LP d'une moyenne de 7 mm de diamètre occupera une surface circulaire de 38,5 mm<sup>2</sup>. Si on considère la surface d'insertion anatomique ovale de 11 mm de largeur (R1 = 5,5) de distale en proximale, et de 18 mm (R2 = 9 mm) de longueur dans un axe longitudinal, la surface occupée par les fibres est de  $\pi R1R2=155,4$  mm<sup>2</sup>. Un DIDT double faisceau de taille moyenne (AM de 7 et PL de 6) occuperait 66,8 mm<sup>2</sup> et l'aspect en double tunnel se rapproche plus de l'aspect ovale anatomique. On s'aperçoit ainsi que quelle que soit la technique utilisée, l'ensemble des fibres n'est pas reconstitué. Il est toutefois très difficile de reconnaître anatomiquement la part des fibres de LCA et des insertions synoviales autour. Quoi qu'il en soit, on peut imaginer qu'une partie des fibres d'un LP sort de la cible "anatomique", et il est alors possible de se poser la question de leur efficacité. Inversement, la surface non occupée par ces fibres peut expliquer un défaut de contrôle de la laxité. Fu [12] et Kondo [13] ont d'ailleurs déjà démontré un meilleur contrôle de la laxité avec les techniques en double faisceau qu'avec les techniques en mono faisceau. Sur le contrôle de la stabilité rotatoire, Yagi a montré la supériorité des techniques en double faisceau par rapport aux techniques en mono faisceau, grâce à un appareil spécifique permettant des mesures reproductibles du pivot shift [14].

#### Comportement des faisceaux AM et PL du LCA de 0° à 90° de flexion



Lors de la flexion, le faisceau AM, plus isométrique est maintenu en tension alors que le faisceau PL se détend après 30° de flexion

**Schéma 7 : Comportement des 2 faisceaux (AM et PL) du LCA natif de 0 à 90° de flexion**



La différence de longueur et de tension des 2 faisceaux est certainement impossible à reconstituer avec une technique dite en mono faisceau, privilégiant un contingent de fibre (habituellement le faisceau AM qui est le plus isométrique). Seule la technique en double faisceau permet de bénéficier de la fonction d'un PL si l'on croit à son rôle dans le contrôle de la laxité et de l'instabilité rotatoire.

## CONCLUSION

Si l'on croit à une reconstruction anatomique du LCA, les reconstructions en double faisceau remplissent mieux le cahier des charges

en termes de surface d'insertion (ovale), respect des longueurs et des tensions des principaux contingents de fibres constituant le LCA (AM et PL). Nous avons bien conscience que toutes ces données mathématiques restent très théoriques et seules des études cliniques comparatives permettront de confirmer ces hypothèses, avant de proposer une reconstruction du LCA en double faisceau de manière systématique. Par ailleurs, nous restons préoccupés par les défauts osseux occasionnés lors des forages des tunnels (double en fémoral) et liés aux phénomènes de ballonnisation, qui pourraient compliquer une reprise chirurgicale en cas de rupture itérative. Une reconstruction composite avec un LP et un DI est certainement à explorer.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] VARGAS R. Etude de la section de la partie tendineuse intra-articulaire du ligament patellaire lorsqu'il est utilisé pour les plasties du ligament croisé antérieur. *Mémoire présenté pour le DIU d'arthroscopie sous la direction de P. Chambat.*
- [2] ODENSTEN M., GILLOQUIST J. 1985. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg 56A*: 257-262.
- [3] MOCHIZUKI T., MUNETA T., NAGASE T., SHIRASAWA S., AKITA K.I., SEKIYA I. 2006. Cadaveric knee observation study for describing anatomic femoral tunnel placement for two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 22(4) : 356-61.
- [4] AMIS A.A., DAWKINS G.P. 1991. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br 73* :260-267.
- [5] ANDERSON A.F., DOME D.C., GAUTAM S. *et al.* 2001. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med 29* : 58-63.
- [6] GIRGIS F.G., MARSHALL J.L., MONAJEM A. 1975. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop 106* : 216-231.
- [7] PETERSEN W., TILLMANN B. 2002. Anatomy and function of the anterior cruciate ligament. *Orthopade*, 31 :710-8.
- [8] KUMMER B., YAMAMOTO 1988. Funktionelle Anatomie der Kreuzbaender. *Arthroskopie 1* :2-10.
- [9] SIEBOLD R. 2007. Observations on bone tunnel enlargement after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 23(3) :291-8.
- [10] FAUNO P., KAALUND S. 2005. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy*, vol 21, N° 11 (November), 1337-1341.
- [11] JUNG K.A., LEE S.C., SONG M.B., LEE C.K. 2008. Arthroscopic double-bundle ACL reconstruction using a bone patellar tendon bone-gracilis tendon composite autograft: a technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 16(4) :382-5.
- [12] FU F.H., SHEN W., STARMAN J.S., OKEKE N., IRRGANG J.J. 2008. Primary anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: A preliminary 2-year prospective study. *Am J Sports Med.*
- [13] KONDO E., YASUDA K., AZUMA H., TANABE Y., YAGI T. 2008. Prospective clinical comparisons of anatomic double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedures in 328 consecutive patients. *Am J Sports Med.*
- [14] YAGI M., KURODA R., NAGAMUNE K., YOSHIYA S., KUROSAKA M. 2007. Double-bundle ACL reconstruction can improve rotational stability. *Clin Orthop Relat Res.* 454 :100-7.







## **RECONSTRUCTION DOUBLE FAISCEAU DU LIGAMENT CROISE ANTÉRIEUR PAR TENDONS DE LA PATTE-D'OIE**

*B. SONNERY-COTTET, J-PH. HAGER, Y. FOURNIER, P. CHAMBAT*

Depuis les années 80, la reconstruction arthroscopique du LCA est devenue une opération de routine [5] puisqu'aux Etats-Unis 75 à 100 000 ligamentoplasties du LCA sont réalisées chaque année [22]. Avec suffisamment de recul, de très nombreuses études ont été réalisées depuis pour analyser les techniques opératoires, les différents types de greffe, les modes de fixation, les protocoles de rééducation et surtout les échecs. Malgré la satisfaction de revoir nos patients reprendre leur activité sportive souvent au même niveau qu'avant l'accident, le taux d'échec à long terme reste préoccupant et varie de 10 à 30 % selon les séries [3, 6, 12]. De plus, le taux de ressaut rotatoire résiduel est estimé à 15 % selon une revue de la littérature [15].

Avec une meilleure connaissance de l'anatomie et de la biomécanique du genou, de nombreuses techniques chirurgicales reproduisant la complexité du LCA ont été développées ces dernières années. Depuis 1987, certains chirurgiens se sont intéressés aux reconstructions double faisceau du LCA [23]. C'est surtout sous l'impulsion des équipes Japonaises dans les années 2000 que ces techniques de reconstruction anatomique se sont développées [1, 4, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 18]. Après plusieurs discussions sur l'anatomie exacte du faisceau postéro latéral et notamment de son insertion fémorale [17], il semble qu'un

consensus se dégage. Depuis les travaux de Yasuda [20], confirmés récemment par Zantop [22], il apparaît que l'insertion fémorale du faisceau postéro-latéral soit plus distale que l'avait initialement décrite Rosenberg [17]. Sur le plan biomécanique de nombreux travaux ont démontré l'intérêt des reconstructions double faisceau permettant de restaurer une meilleure cinématique du genou et notamment un meilleur contrôle des rotations [2, 8, 19]. Ces résultats sont confirmés par une étude clinique prospective comparative récente de Yasuda qui retrouve un meilleur contrôle sur la laxité antéro-postérieure et sur le pivot rotatoire par les techniques de reconstruction double faisceau [21].

Il faut cependant rester prudent car de nos jours encore, une reconstruction arthroscopique mono faisceau du LCA reste techniquement délicate. La multiplication des difficultés techniques augmente les risques d'erreurs, d'autant, que l'une des causes d'échec des techniques actuelles vient du mauvais positionnement du tunnel fémoral. Dans cette note technique nous décrivons une technique de reconstruction anatomique double faisceau simplifiée et reproductible. Cette technique utilise comme transplant les tendons du droit interne et du demi-tendineux avec un tunnel tibial et deux tunnels fémoraux. L'originalité vient de la réalisation



des tunnels fémoraux par une technique *out-in* plus reproductible et précise pour reproduire l'anatomie du LCA.

## INTERVENTION CHIRURGICALE

### Installation

L'intervention se déroule sous anesthésie générale en décubitus dorsal avec garrot pneumatique à la racine de la cuisse. Le genou est fléchi à 90° de flexion avec une cale maintenant le pied et permettant une mobilité complète du genou.

### Prélèvement

Les tendons du droit interne et du demi-tendineux sont prélevés au stripper ouvert en préservant leurs insertions osseuses. L'utilisation d'un stripper agressif permet d'obtenir des prélèvements de longueur suffisante pour pouvoir tripler si besoin les tendons. Ainsi, le droit interne sera utilisé pour le faisceau postéro latéral (fig. 1a) le demi-tendineux, pour le faisceau antéro médial

(fig. 1b). L'objectif est d'obtenir des faisceaux d'un calibre supérieur ou égal à 6 mm.

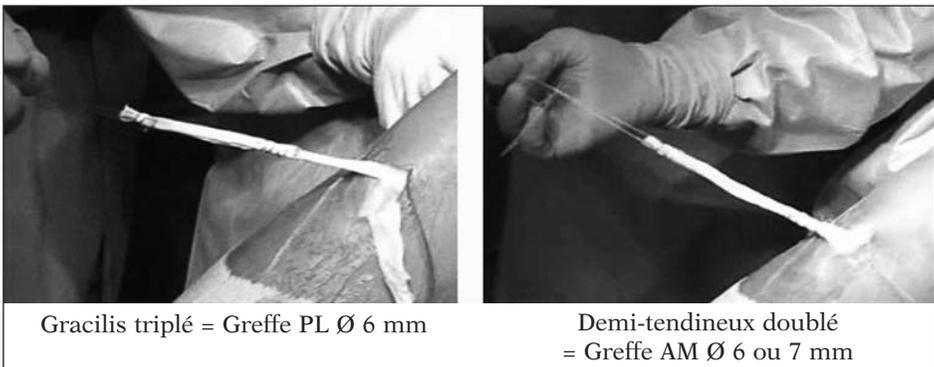
### Arthroscopie

Des voies arthroscopiques classiques sont utilisées, para patellaire externe pour la voie optique, para patellaire interne pour les instruments. Après bilan articulaire complet, nous débutons par la réalisation des tunnels fémoraux. La face axiale du condyle externe est nettoyée au shaver pour repérer l'insertion du LCA. Afin de préserver au mieux les repères anatomiques, nous ne réalisons jamais de plasties de l'échancrure.

## TUNNELS FÉMORAUX

### Tunnel antéro médial (fig. 2)

Sur le genou fléchi à 90° de flexion et par une courte incision de 20 mm sur la face externe du genou, nous réalisons le tunnel AM par une technique OUT-IN décrite en 2006 [9]. Après vérification du bon positionnement de la broche, le tunnel fémoral AM est percé sur broche guide à un diamètre correspondant au calibre du greffon AM qui est généralement de 7 ou 8 mm.



**Fig. 1 : Prélèvement**

- a) Tendon du droit interne triplé utilisé pour le faisceau postérolatéral  
b) Tendon demi-tendineux doublé, pour le faisceau antéromédial





Mise en place du viseur AM, crochetage de la crête postérieure de l'échancrure.



Point d'entrée de la visée AM, au-dessus et légèrement proximale à l'insertion du LLE.



Tunnel AM, entièrement positionné sur la face axiale du condyle externe.

**Fig. 2 : Visée fémorale antéromédiale**

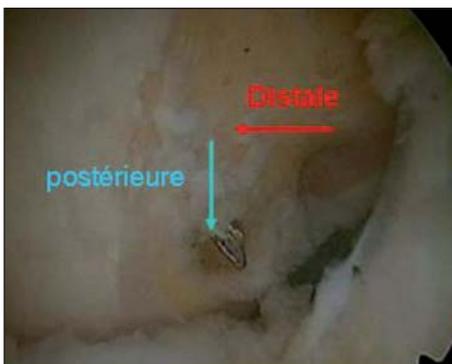
**Tunnel postéro latéral (fig. 3)**



Mise en place du viseur PL. Le plot de l'extrémité du viseur est introduit dans l'orifice intra-articulaire du tunnel AM.



Mise en place de la broche PL de dehors en dedans.



La broche PL est dans une position distale et postérieure par rapport au tunnel AM.

**Fig. 3 : Visée fémorale postérolatérale**

Le tunnel PL est réalisé à travers la même incision à l'aide d'un viseur spécial, positionné dans le tunnel AM précédemment réalisé. L'utilisation de canons de visées excentrés permet pour les différents genoux d'espacer plus ou moins la broche PL du tunnel AM. Le tunnel PL est foré au calibre du greffon, généralement 6 mm. On obtient ainsi 2 tunnels fémoraux en conservant un pont osseux entre les orifices intra-articulaires et recouvrant l'insertion fémorale du LCA (fig. 4).

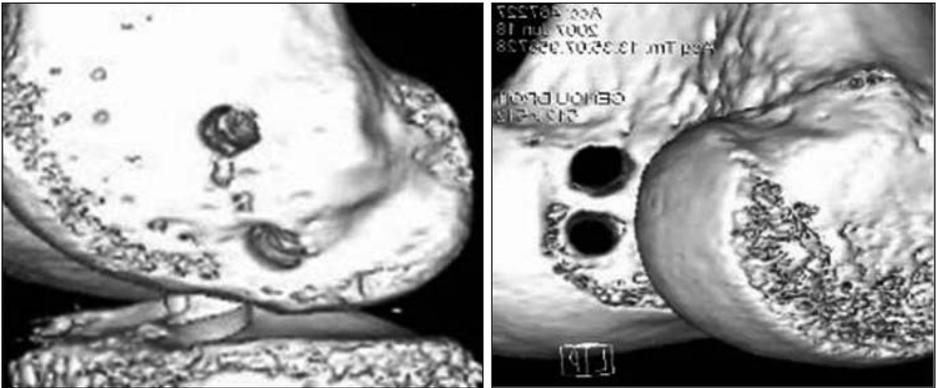
### **Tunnel tibial** (fig. 5)

Le tunnel tibial peut être réalisé en effectuant un tunnel avec une seule entrée et deux

sorties intra-articulaires quand la taille du genou le permet.

## **PRÉPARATION ET PASSAGE DES GREFFES**

Les greffes AM et PL sont préparées en conservant leur insertion tibiale. Les tendons sont triplés afin d'obtenir le calibre souhaité. Une fois préparé, le calibre des greffes est vérifié et les greffons sont montés dans l'articulation en commençant par le PL avant de passer le greffon AM.



Contrôle par scanner des tunnels AM et PL

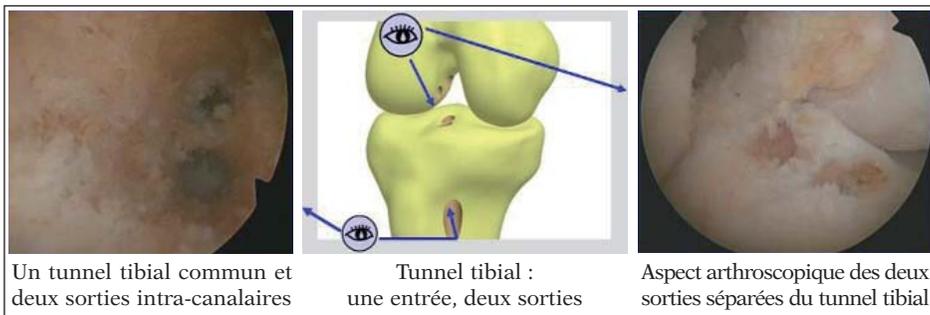


Fossettes d'insertion du LCA sur la face du condyle externe

Aspect arthroscopique des tunnels

**Fig. 4 : Positionnement des tunnels fémoraux antéromédial et postérolatéral**





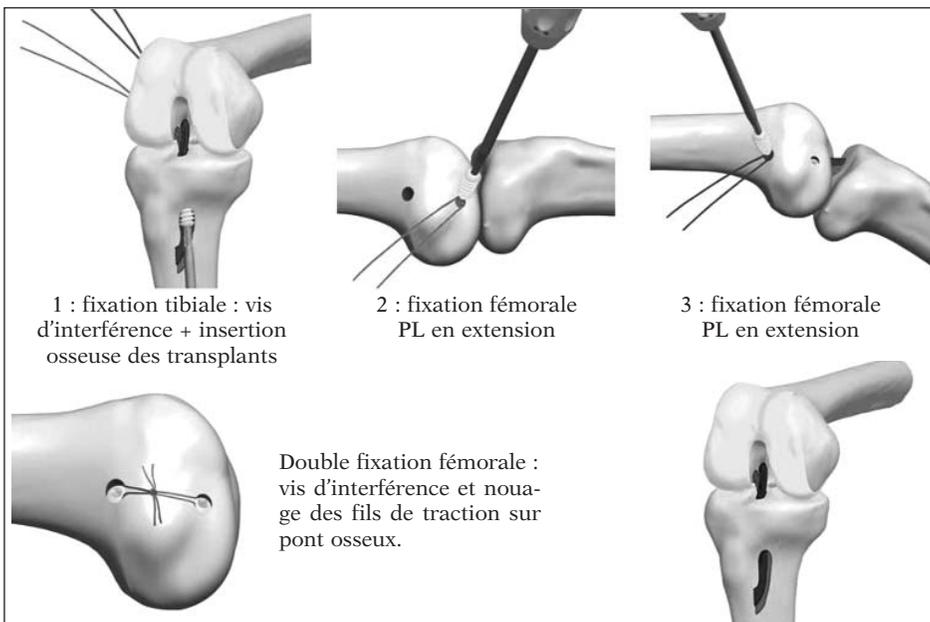
**Fig. 5 : Tunnel tibial**

**FIXATION** (fig. 6)

La fixation est réalisée à l'aide de vis d'interférence en commençant par le tibia. Au niveau fémoral, les vis d'interférences sont introduites de dehors en dedans. Le faisceau PL est fixé en premier. Ce faisceau est le plus anisométrique et doit être fixé genou en

extension. Le faisceau AM est fixé en dernier à 30° de flexion.

Au niveau tibial, l'attache osseuse des transplants et la vis d'interférence permettent d'obtenir une double fixation. Au niveau fémoral, la fixation par vis d'interférence est complétée par nouage des fils de traction sur le pont osseux.



**Fig. 6 :**

- a) Double fixation tibiale par vis d'interférence et insertion osseuse tibiale des greffes.
- b et c) Fixation fémorale postérolatéral en extension et antéromédiale à 30° de flexion.
- d) Double fixation fémorale par vis d'interférence et nouage des fils de traction sur le pont osseux.

## SUITES OPÉRATOIRES

Les patients sont mobilisés jusqu'à 90° de flexion dès le lendemain de l'intervention avec appui sous couvert de 2 cannes pendant 3 semaines sans attelle. La rééducation suit un protocole classique de ligamentoplastie du genou. La reprise de la course est autorisée après le 3<sup>e</sup> mois et les sports pivots après le 6<sup>e</sup>.

## CONCLUSION

Au vu des études biomécaniques et des premiers résultats cliniques, la reconstruction double faisceau semble plus proche de l'anatomie fonctionnelle du LCA. Les premiers

résultats cliniques paraissent supérieurs à ceux des techniques de reconstruction mono faisceau. Cependant, les techniques chirurgicales décrites sont plus complexes et la multiplication des tunnels osseux est susceptible d'augmenter les risques de mauvais positionnement de la greffe. La technique de réalisation des tunnels fémoraux de dehors en dedans nous semble plus reproductible et limite les risques de mauvais positionnement. Le vissage fémoral du transplant par notre technique de dehors en dedans permet avec un seul tunnel tibial de tendre et de fixer les faisceaux de façon indépendante. Ce vissage OUT-IN est surtout moins traumatisant pour la partie intra-articulaire de la greffe. Si cette nouvelle approche de la chirurgie de reconstruction du LCA nous paraît prometteuse, seule une étude prospective pourra définitivement valider cette technique.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AGLIETTI P., CUOMO P., GIRON F., BOERGER T.O. 2005. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: Surgical Technique. *Orthopaedics*. 15: 111-115.
- [2] AMIS A.A., BULL AMJ, LIE DTT. 2005. Biomechanics of rotational instability and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedics*. 15 : 29-35.
- [3] BACH B.R. JR, TRADONSKY S., BOJCHUK J., LEVY M.E., BUSH-JOSEPH C.A., KAHN N.H. 1998. Arthroscopically-assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft. Five- to nine-year follow-up evaluation. *Am. J. Sports Med.* 26 : 20-29.
- [4] BELLIER G., CRISTEL P., COLOMBET P., DJIAN P., FRANCESCHI J.P., SBIHI A. 2004. Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 20 : 890-94.
- [5] DANDY D.J. 1981. *Arthroscopic Surgery of the Knee*. London, Churchill Livingstone. p. 67-8.
- [6] DANIEL D.M., STONE M.L., DOBSON B.E., FITHIAN D.C., ROSSMAN D.J., KAUFMAN K.R. 1994. Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am. J. Sports Med.* 22 : 632-44.
- [7] FRANCESCHI J.P., SBIHI A., CHAMPSAUR P. 2002. Dual arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using anteromedial and posterolateral bundles. *Rev. Chir. Orthop.* 88 : 691-7.
- [8] GABRIEL M.T., WONG E.K., WOO S.L., YAGI M., DEBSKI R.E. 2004. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J. Orthop. Res.* 22 : 85-9.
- [9] GAROFALO R., MOUHSINE E., CHAMBAT P., SIEGRIST O. 2006. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: the two-incision technique. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 4 : 1-7.
- [10] HAMADA M., SHINO K., HORIBE S., MITSUOKA T., MIYAMA T., SHIOZAKI Y., MAE T. 2001. Single- versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with EndoButton femoral fixation: A prospective study. *Arthroscopy*. 17 : 801-7.
- [11] HARA K., KUBO T., SUGINOSHITA T., SHIMIZU C., HIRASAWA Y. 2000. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using a double bundle. *Arthroscopy*. 16 : 860-4.



- [12] JOHMA N.M., PINCZEWSKI L.A., CLINGELEFFER A., OTTO D.D. 1999. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with patellar-tendon autograft and interference screw fixation. The results at seven years. *J. Bone Joint Surg. Br.* 81 : 775-9.
- [13] MAE T., SHINO K., MIYAMA T., SHINJO H., OCHI T., YOSHIKAWA H., FUJIE H. 2001. Single- versus two-femoral socket anterior cruciate ligament reconstruction technique: Biomechanical analysis using a robotic simulator. *Arthroscopy.* 17: 708-16.
- [14] MUNETA T., SEKIYA I., YAGISHITA K., OGUICHI T., YAMAMOTO H., SHINOMIYA K. 1999. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with EndoButtons: Operative technique and preliminary results. *Arthroscopy.* 15 : 618-24.
- [15] NEDEFF D.D., BACH B.R. Jr 2001. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autografts: A comprehensive review of contemporary literature. *Knee Surg.* 14: 243-58.
- [16] PEDERZINI L., ADRIANI E., BOTTICELLA C., TOSI M. 2000. Double tibial tunnel using quadriceps tendon in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 16 : E9.
- [17] ROSENBERG T.D., GRAF B. 1994. Techniques for ACL reconstruction with Multi-Trac drill guide. Mansfield, MA: Acufex Microsurgical.
- [18] ROSENBERG T., BROWN G. 1997. Anterior cruciate ligament reconstruction with a quadrupled semitendinosus autograft. *Sports Med. Arthrosc. Rev.* 5 : 51-8.
- [19] YAGI M., WONG E.K., KANAMORI A., DEBSKI R.E., FU F.H., WOO S.L. 2002. Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.* 30 : 660-6.
- [20] YASUDA K., KONDO E., ICHiyAMA H., KITAMURA N., TANABE Y., TOHYAMA H., MINAMI A. 2004. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy.* 20 : 1015-25.
- [21] YASUDA K., KONDO E., ICHiyAMA H., KITAMURA N., TANABE Y., TOHYAMA H. 2006. Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: Comparisons among three different procedures. *Arthroscopy.* 22 : 240-51.
- [22] ZANTOP T., PETERSEN W., FU F.H. 2005. Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthopaedics.* 15 : 20-28.
- [23] ZARICZNYJ B. 1987. Reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee using a doubled tendon graft. *Clin. Orthop.* 220 : 162-75.







# **RÉSULTATS COMPARATIFS DE LA RECONSTRUCTION DU LCA AVEC UNE TECHNIQUE MONO-FAISCEAU, DOUBLE FAISCEAUX INTRA-ARTICULAIRE ET DOUBLE FAISCEAUX INTRA ET EXTRA-ARTICULAIRE. SÉRIES À DEUX ANS POSTOPÉRATOIRES**

*D. DEJOUR, W. VASCONCELOS, N. BONIN, J. COHN*

## **INTRODUCTION**

La reconstruction du ligament croisé antérieur a connu depuis les années 60 plusieurs étapes de développement. En 1963, l'article de Jones [3] proposait une reconstruction en utilisant le tendon rotulien. A la fin des années 70, une solution thérapeutique efficace était apportée par l'utilisation des reconstructions mixtes utilisant le tendon rotulien et une plastie extra-articulaire du type Lemaire, les promoteurs de ces techniques étaient Mac Intosh, Henri Dejour [2], et Jean-Luc Lerat [4]. Ce n'est qu'à partir de cette période que les résultats de ces reconstructions du ligament croisé antérieur ont pu être considérés comme fiables et reproduc-

## **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

3 séries de 25 patients ont été analysées. En 2005, 196 plasties du ligament croisé antérieur (LCA) ont été réalisées par l'auteur sénior. La répartition se faisait entre 53 greffes (27 %) utilisant les ischio-jambiers en double faisceaux, 109 greffes (56 %) du ligament croisé antérieur utilisant le tendon rotulien mono faisceau et 34 greffes (17 %) du ligament croisé antérieur associés à une plastie extra-articulaire de Lemaire réalisant une plastie double faisceau intra et extra-articulaire.

25 patients de chaque série ont été extraits de façon aléatoire de cette série globale chez

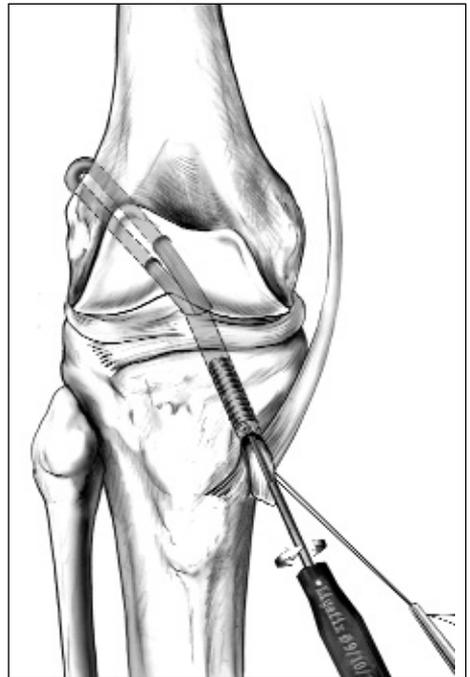
Les patients ont tous été reconvoqués et revus par un observateur indépendant. Les scores de révisions étaient les scores IKDC objectifs, IKDC subjectifs. Il avait été analysé l'aptitude à retourner au sport et le niveau de reprise sportive, les douleurs antérieures selon les critères de la SFA 2007. L'analyse radiographique comprenait une face et un profil en appui monopodal, une vue axiale à 30° et une analyse différentielle par les radiographies en stress de type Telos™ à 15 kg permettant de mesurer la translation tibiale antérieure du compartiment interne (TACI), la translation tibiale antérieure du compartiment externe (TACE).

L'ensemble de ce bilan radiographique a été réalisé en préopératoire et en postopératoire.

### ***Groupe IJ 2Fx : La série double faisceau ischio-jambiers***

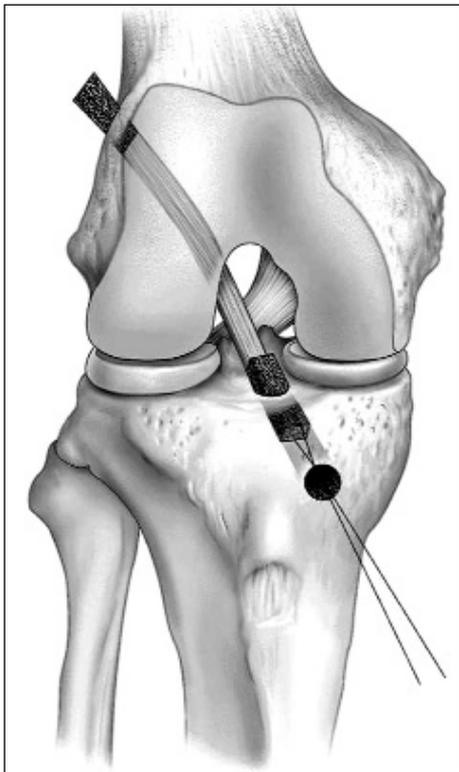
La technique chirurgicale (fig. 1), fait appel à un prélèvement des ischio-jambiers utilisant le Gracilis et le Semi-Tendineux. Ils sont laissés pédiculés à leur insertion tibiale et faufileés en un brin de diamètre 6 mm. Un tunnel tibial de 8 mm est percé en position anatomique puis deux tunnels de 6 mm sont forés, un en position postéro-latérale et un en position antéro-médiale. La greffe passe dans le tibia puis dans le tunnel postéro-latéral et fait une boucle avant de revenir dans le tunnel antéro-médiale et à nouveau dans le tunnel tibial pour être fixé par une vis d'interférence LIGAFIX® SBM 60 % de phosphate tricalcique de 9 mm montée jus-

un différentiel de 7,1 mm pour le compartiment fémoro-tibial interne (TACI) et de 7,6 mm pour le compartiment fémoro-tibial externe (TACE). 24 % avaient eu une méniscectomie médiale, 12 % une suture, 64 % ne présentaient aucune lésion du ménisque médial. 12 % avaient une lésion du ménisque latéral, 4 % une suture et 84 % n'avaient aucune lésion du ménisque latéral.



**Fig. 1 : Plastie du LCA à deux faisceaux avec les ischio-jambiers - Technique D. Dejour 2004.**

tibiale à une fixation par une vis d'interférence du type LIGAFIX® (SBM) 30 % de phosphate tricalcique de 10 mm.



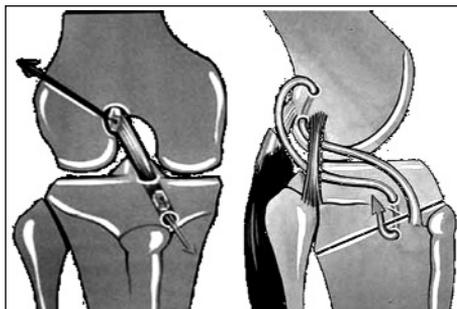
**Fig. 2 : Plastie du LCA mono faisceau avec le tendon rotulien de dedans en dedans - Technique Pierre Chambat.**

La série comprenait 24 patients tous revus en consultation. Il y avait 64 % d'hommes, l'âge moyen était de 27,5 ans, 90 % avaient

ce qui concerne le compartiment latéral, 13 % avaient eu une ménisectomie externe partielle, aucune suture du ménisque externe n'avait été faite et dans 87 %, le ménisque était normal.

### ***Groupe TRL : Greffe du ligament croisé antérieur associé à une plastie extra-articulaire de Lemaire avec le Gracilis***

La technique (fig. 3) comprend une greffe du LCA avec le tendon rotulien de dedans en dehors associée à une plastie extra-articulaire avec le gracilis passé en deux brins en lasso dans un tunnel fémoral isométrique au-dessus du Ligament collatéral latéral (LCL) puis sous le LCL puis dans un tunnel osseux dans le tubercule de Gerdy avec une fixation à lui-même par des fils résorbables. Cette technique est la même que celle décrite par Henri Dejour mais le retour externe utilise le Gracilis à la place du fascia lata pour des contraintes d'incision cutanée (mini-invasif).



95 % des cas, le délai accident-chirurgie était de 7,2 mois, le recul moyen de 25 mois. Le TACI différentiel préopératoire était de 8,2 mm et le TACE différentiel préopératoire de 10,1 mm. 17 % avait une méniscectomie médiale, 22 % une suture du ménisque médial, 22 % une méniscectomie latérale et 5 % de suture du ménisque externe.

La méthode de rééducation des 3 groupes a été identique, avec un suivi isocinétique à 3 et à 6 mois et au dernier recul. La reprise complète des sports était autorisée entre le 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> mois en fonction des données de récupération musculaire.

## RÉSULTATS

Les résultats montrent avec l'IKDC objectif dans le groupe IJ 2 Fx : 92 % de A et B, dans le groupe TR : 91 % de A et B, dans le groupe TRL : 93 % de A et B. Aucune différence significative entre ces 3 groupes n'était notée, aucun groupe n'avait de résultat D. Les résultats de l'IKDC subjectif donnaient 88 % de très satisfaits et satisfaits dans le groupe IJ 2 Fx, 84 % dans le groupe TR, et 78 % dans le groupe TRL. Il existait une différence significative entre le groupe TRL et les deux autres groupes. Aucun déçu dans le groupe IJ 2 Fx, 1 déçu dans chaque groupe TR et TRL. Dans le groupe IJ 2 Fx, 2 présentaient un déficit d'extension, 5 un épanchement articulaire à la pratique sportive et 6 avaient des douleurs antérieures. Dans le groupe TR, 2 patients présentaient un déficit d'extension, 5 un épanchement articulaire à la

reprise du sport donnait (tableau I) 28 % de reprise à un sport niveau inférieur dans le groupe TRL.

**Tableau I : Niveau de reprise du sport à 25 mois postopératoire dans chaque groupe.**

	IJ 2Fx	TR	TRL
<b>Pas de sport</b>	3	0	0
<b>Modéré</b>	3	1	5
<b>Niveau inférieur</b>	4	3	7
<b>Niveau supérieur</b>	15	20	12

L'analyse du ressaut en rotation interne montrait 21 ressauts négatifs pour le groupe IJ 2 Fx, 17 cas pour le groupe TR, 21 cas pour le groupe TRL. Un ressaut franc est retrouvé dans 12 % du groupe IJ 2 Fx, 25 % dans le groupe TR, 12 % dans le groupe TRL. Il existe une différence significative entre le groupe TR et les groupes IJ2Fx et TRL. L'analyse de la translation antérieure différentielle mesurée au Telos™ (tableau II) montrait une différence significative dans le contrôle de la laxité du compartiment latéral entre le groupe TR et les groupes IJ2Fx et TRL. Le coefficient de correction de la laxité (tableaux III, IV, V), montrait très nettement un défaut de la correction de la translation tibiale antérieure du compartiment externe dans le groupe TR.

**Tableau II : Translation tibiale antérieure différentielle en millimètres mesurée au Telos™ à 15 kg pré et postopératoire**

	IJ 2 Fx	TR	TRL

**Tableau III :**  
**Coefficient de correction des IJ 2 Fx**

IJ 2 Fx	Préop	Postop	Correction
TACI	7.1	2.0	71 %
TACE	7.6	1.9	75 %

**Tableau IV :**  
**Coefficient de correction des TR**

TR	Préop	Postop	Correction
TACI	7	1.6	77 %
TACE	8.3	4.1	51 %

**Tableau V :**  
**Coefficient de correction des TRL**

TRL	Préop	Postop	Correction
TACI	8.2	1.8	79 %
TACE	10.1	1.9	82 %

## DISCUSSION

L'analyse comparative de ces 3 séries ne met pas en évidence de différence de résultats entre ces 3 groupes d'un point de vue IKDC objectif. En revanche, si l'on fait une analyse plus précise de l'IKDC subjectif, on s'aperçoit que les résultats du groupe greffe intra-articulaire plus plastie extra-articulaire (TRL) sont moins bons sur la récupération des amplitudes articulaires extrêmes, et que le retour au sport de haut niveau est légère-

parce que cette intervention a été proposée à une population jeune, avec une forte demande sportive dans un contexte d'hyperlaxité ligamentaire notamment le recurvatum qui est pour l'auteur, une des motivations de cette indication.

La comparaison de ces 3 groupes, montre également la très nette prédominance des douleurs antérieures lorsque l'on utilise le tendon rotulien comme il a été bien décrit dans le symposium de Société Française d'Arthroscopie en 2007.

En ce qui concerne la correction objective de la laxité, des différences très significatives sont retrouvées quant au contrôle de la rotation. L'utilisation d'un double faisceau, qu'il soit intra-articulaire ou extra-articulaire, va permettre de mieux corriger la translation tibiale antérieure du compartiment. Le contrôle de la laxité du compartiment fémoro-tibial interne a toujours été très bon pour les 3 groupes avec une très légère diminution du contrôle de la translation tibiale antérieure pour le groupe ischio-jambiers mais c'est une différence qui est non significative. Cela peut faire poser la question d'une utilisation d'une technique à 4 tunnels plutôt qu'à 3 tunnels.

La réalisation d'une plastie à double faisceau intra et extra-articulaire est certainement la technique la plus à même de corriger la translation tibiale antérieure du compartiment fémoro-tibiale externe dans les laxités de grande amplitude mais il s'agit tout de même d'une intervention non anatomique et c'est peut-être la cause du défaut des résultats légèrement plus faibles qu'obtiennent

## **BIBLIOGRAPHIE**

[1] AMIS A.A., DAWKINS G.P. 1991. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br*, 73(2): 260-7.

[2] DEJOUR H., DEJOUR D., AIT SI SELMI T. 1999. Chronic anterior laxity of the knee treated with free patellar graft and extra-articular lateral plasty: 10-year follow-up of 148 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 85(8): 777-89.

[3] JONES K.G. 1963. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. A technique using the central one-third of the patellar ligament. *J. Bone Joint Surg*, (45A): 925-932.

[4] LERAT J.L., CHOTEL F., BESSE J.L., MOYEN B., BINET G., CRAVIARI T., BRUNET-GUEDJ E., ADELEINE P., NEMOZ J.C. 1998. The results after 10-16 years of the treatment of chronic anterior laxity of the knee using reconstruction of the anterior cruciate ligament with a patellar tendon graft combined with an external extra-articular reconstruction. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 84(8): 712-27.

[5] RADFORD W.J., AMIS A.A., KEMPSON S.A., STEAD A.C., CAMBURN M. 1994. A comparative study of single- and double-bundle ACL reconstructions in sheep. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2(2): 94-9.



# HOW SHOULD WE TREAT A PARTIAL TEAR OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT?

*E. SERVIEN, P. VERDONK, S. LUSTIG, PH. NEYRET*

## DEFINITION: WHAT IS A PARTIAL TEAR?

There is no true definition of a partial tear of the anterior cruciate ligament (ACL) in the literature. For Bak [3], “the term partial ACL tear is a tentative diagnosis based on a history of a twisting injury with subsequent haemarthrosis and a negative or slightly positive Trillat-Lachman test”. For some authors [14, 18] a partial tear is an isolated rupture of either one of the two bundles and more often the anteromedial bundle. But for others [31, 32], it’s an interstitial tear. Another definition could be a complete ACL tear which has healed to the lateral wall [11] or onto the posterior cruciate ligament.

Based on our experience, we can observe different clinical situations: the first case is a patient with a positive Trillat-Lachman (grade B), no pivot shift and only 3mm of differential anterior tibial translation ( $\Delta$ ATT) as measured radiologically with Telos, and indication on magnetic resonance imaging (MRI) for ACL involvement. The second case is a patient with an almost normal clinical examination and only a delayed hard end point on the Trillat-Lachman test but with an important radiological laxity ( $\Delta$ ATT>8 mm).

The MRI appearance of the ACL in this case is generally protocolled as normal.

Irrespective of the anatomical type of rupture, the most important point is the residual laxity.

## HOW SHOULD WE ANALYSE THE LAXITY OF A PARTIAL TEAR?

Theoretically, in patients with a partial ACL tear, we can observe a Trillat-Lachman test grade B or delayed hard end point but no pivot shift. However in case of an isolated tear of the posterolateral bundle, a pivot-shift test might be found [28]. For Chun [9], the symptomatology may be a pseudo-locking knee. Actually, the clinical examination is often doubtful [3, 4, 19, 22] and additional magnetic resonance imaging is considered helpful.

According to Chen [8], a focal increase of the signal intensity was suggestive of a partial tear but Umans [33] showed that MR evaluation of partial ACL tears is not sufficiently sensitive to establish the diagnosis.



On the radiological  $\Delta$ ATT, a displacement difference of 1 to 3 millimeters is considered to be suggestive for a partial ACL insufficiency. Nevertheless, we don't have any information on the actual anatomical amount of ACL elongation.

A cadaveric study showed an anterior tibial translation of 0.6 mm [18] after section of the posterolateral bundle and approximately 0.9 mm [1] to 1.3 mm [21] after section of the anteromedial bundle.

But these cadaveric studies do not reproduce the true clinical situation because they do not evaluate the importance of ACL lengthening [1, 18, 21] and the plastic deformation in the remaining fibers.

During arthroscopy, the diagnosis is often difficult. Even after removal of subsynovial bleeding, two different macroscopic aspects of the ACL can be observed: a discontinuity of the fibers or a continuity (i.e. no rupture). In 1973, Noyes [24] elegantly described the diagnostic problem: "The visual determination of continuity of a ligament at the time of operative exploration is often the determining factor in terms of treatment, but it may give an inadequate determination of the extent of ligament disruption, residual elongation, or damage to the blood supply which has actually occurred".

In summary, clinical examination and MRI allow us to diagnose a partial tear. We know the possible consequences of the tear and the subsequent laxity on the arthrometer. But we don't know the anatomical partial tear corresponding to the laxity. And as said Lintner [21] : "if a significant laxity is present this actually represents anatomic rupture of one bundle with interstitial lengthening of the remainder of the ligament, resulting in a functionally complete tear of the ACL".

## WHICH ARE THE ASSOCIATED LESIONS WITH A PARTIAL ACL TEAR?

Approximately fifty per cent of meniscal tears (10%-55%) [Table 1] and twelve per cent of bone contusions (predominantly in the lateral compartment (90%)) [34] are associated with a partial ACL tear. The rate of an associated MCL tear is difficult to determine.

AUTHOR	Meniscal tear
Barrack	48%
Buckley	50%
Farquharson	10%
Fritschy	50%
Kocher	38%
Maffulli	55%
Noyes	53%
Odensten	14%
Sommerlath	18%

Table 1

## WHAT IS THE NATURAL EVOLUTION OF PARTIAL ACL TEAR?

The risk of a partial tear evolving to a complete tear is known. The size of the partial tear is considered a risk factor for a complete rupture by some authors. Noyes [25] found that when over fifty per cent of the



fibers were ruptured a high risk existed for complete rupture, i.e. more than 50% of these cases had evolved to a complete rupture. Buckley [5], on the other hand, did not find this correlation.

Decreasing sport participation, especially knee-stressing activities, allows to limit or perhaps to avoid the evolution to a complete rupture [3, 23].

Further degeneration of a partial tear is another hypothetical evolution. In fact, some authors have described ACL cysts of which the imaging is very similar to an interstitial rupture. The muroid ACL cyst could be a degenerative evolution of a partial tear [10]. Finally, little is known on the evolution of the associated lesions and the risk of osteoarthritis [24].

## HOW SHOULD WE TREAT A PARTIAL ACL TEAR?

The initial treatment should be conservative. Generally, [5, 14, 25] splinting of the knee in 15 degrees of flexion is recommended. The amount of weight bearing remains controversial.

ACL reconstruction is proposed in case of significant instability.

There are recently a few reports in the literature on the repair of one single bundle [6, 26]. This surgical option is an interesting treatment. Nevertheless, this procedure can not resolve the problem of possible elongation of the remaining 'intact' bundle. Recently, Buda [7] published some data on MRI with analysis of the residual part of the ACL of partial tear reconstruction.

Thermal shrinkage for ACL lengthening [17] has been shown to be unsuccessful.

Another surgical option could be an extra-articular tenodesis. Amis [2] showed that an extra-articular reconstruction improved the knee stability but concluded there is no bio-mechanical basis for using an extraarticular reconstruction alone. However the extra-articular tenodesis could allow a better control of the laxity, particularly in the lateral compartment.

Finally, the use of specific growth factors to induce and augment ACL healing is an attractive option and is currently under investigation in the rabbit model [30].

The treatment of the associated lesions remains problematic. How should we manage a meniscal tear in association with a partial ACL tear? In the case of a peripheral meniscus tear, the success rate of a meniscus repair procedure could be lower due to the increased laxity induced by the partial ACL tear. Perhaps, the management of associated meniscal tear should lead us to reconstruct the ACL?

## CONCLUSION

In the literature, a partial ACL tear is defined by anatomical, clinical or radiological parameters or a combination of these. Confusion still exists on this nomenclature because the anatomical diagnosis of '**a partial ACL tear**' covers a (1) complete ACL tear which is partially functional due to scarring or (2) a rupture of a single bundle of the ACL or (3) an interstitial tear or elongation. Little, however, is known about the natural evolution of these different anatomical lesions and the secondary damage to meniscus and cartilage tissue that might occur due to the laxity.

In order to improve our knowledge on the natural evolution, the authors propose the following terminology and classification: '**A partial ACL lesion** can be characterised on the one side by an (1) *incomplete rupture or*



elongation of the ACL as is the case in a (a) interstitial tear or a (b) single bundle tear or (2) an initial complete rupture of the ACL that has partially scarred to the (a) notch or (b) on the PCL (Table 2). Functionally, both situations could eventually lead to a status com-

parable to a complete ACL tear in a number of patients. However, a number of patients will not suffer from instability but could become symptomatic later on due to secondary cartilage or meniscus degeneration, etc.

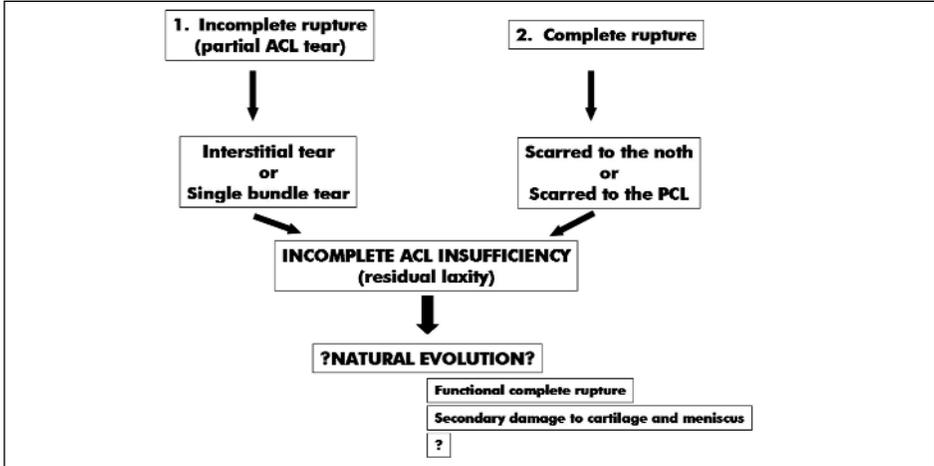


Table 2

## BIBLIOGRAPHY

[1] AMIS A.A., DAWKINS G.P. 1991. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament: fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg B*, 73, 260-67.

[2] AMIS A.A., SCAMMEL B.E. 1993. Biomechanics of intra-articular and extra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg B*, 75, 812-17.

[3] BAK K., SCAVENIUS M., HANSEN S., NORRING K., JENSEN K.H. 1997. Isolated partial rupture of the anterior cruciate ligament: long-term follow-up of 56 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, 5, 66-71.

[4] BARRACK R.L., BUCKLEY S.L., BRÜCKNER J.D., KNEISL J.S., ALEXANDER A.H. 1990. Partial versus complete acute anterior cruciate ligament tears: the results of nonoperative treatment. *J Bone Joint Surg B*, 72, 622-4.

[5] BUCKLEY S.L., BARRACK R.L., ALEXANDER A.H. 1989. The natural history of conservatively treated partial anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med*, 17, 221-25.

[6] BUDA R., FERRUZZI A., VANNINI F., ZAMBELLI L., DI CAPRIO F. 2006. Augmentation technique with semitendinosus and gracilis tendons in chronic partial lesions of the acl: clinical and arthrometric analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, 14, 1101-7.

[7] BUDA R., DI CAPRIO F., GIURIATI L., LUCIANI D., BUSACCA M., GIANNINI S. 2008. Partial ACL tears augmented with distally inserted hamstring tendons and over-the-top fixation: an MRI evaluation. *Knee*. 15(2):111-6.

[8] CHEN W.T. 2002. Partial and complete tear of the anterior cruciate ligament. *Acta Radiol*, 43, 511-16.

[9] CHUN C.H., LEE B.C., YANG J.H. 2002. Extension block secondary to partial anterior cruciate ligament tear on the femoral attachment of the posterolateral bundle. *Arthroscopy*, 18, 227-31.

[10] COURROY J.B., FOLINAIS D., THELEN P.H. 2002. Le kyste infiltrant du ligament croisé antérieur : à propos de 23 cas. *J Traumatol Sport*, 19: 68-75.



- [11] CRAIN E.H., FITHIAN D.C., PAXTON E.W., LUETZOW W.F. 2005. Variation in anterior cruciate ligament scar pattern: does scar pattern affect anterior laxity in anterior cruciate ligament-deficient knees? *Arthroscopy*, 21, 19-24.
- [12] FARQUHARSON-ROBERTS M.A., OSBORNE A.H. 1983. Partial rupture of the anterior cruciate ligament of the knee. *J Bone Joint Surg B*, 65, 32-4.
- [13] FINTERBUSH A., FRANKL U., MANN G. 1989. Fat pad adhesion to partially torn anterior cruciate ligament: a cause of knee locking. *Am J Sports Med*, 17, 92-95.
- [14] FRITSCHY D., PANOUSSOPOULOS A., WALLENSTEN R., PETER R. 1997. Can we predict the outcome of a partial rupture of the anterior cruciate ligament? *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, 5, 2-5.
- [15] FRUENGAARD S., JOHANNSEN H.V. 1989. Incomplete ruptures of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg B*, 71, 526-30.
- [16] GRIFFITH J.F., ANTONIO G.E., TONG C.W., MING C.K. 2004. Cruciate ligament avulsion fractures. *Arthroscopy*, 20, 803-12.
- [17] HALBRECHT J. 2005. Long-term failure of thermal shrinkage for laxity of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 33, 1-6.
- [18] HOLE R.L., LINTNER D.M., KAMARIC E., MOSELEY J.B. 1965. Increased tibial translation after sectioning of the anterior cruciate ligament: the posterolateral bundle. *Am J Sports Med*, 24, 556-60.
- [19] KOCHER M.S., MICHELI L.J., ZURAKOWSKI D., LUKE A. 2002. Partial tears of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. *Am J Sports Med*, 30, 697-703.
- [20] LEHNERT M., EISENSCHENK A., ZELLNER A. 1993. Results of conservative treatment of partial tears of the anterior cruciate ligament. *Int Orthop*, 17, 219-23.
- [21] LINTNER D.M., KAMARIC E., MOSELY J.B., NOBLE P.C. 1995. Partial tears of the anterior cruciate ligament: are they clinically detectable? *Am J Sports Med*, 23, 72-78.
- [22] MAFFULLI N., BINFIELD P.M., KING J.B., GOOD C.J. 1993. Acute haemarthrosis of the knee in athletes: a prospective study. *J Bone Joint Surg B*, 75, 945-49.
- [23] MESSNER K., MALETIUS W. 1999. Eighteen to twenty-five-year follow-up after acute partial anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med*, 27, 455-59.
- [24] NOYES F.R., DELUCAS J.L., TORVIK P.J. 1974. Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: an analysis of strain-rate sensitivity and mechanisms of failure in primates. *J Bone Joint Surg A*, 56, 236-52.
- [25] NOYES F.R., MOOAR L.A., MOORMAN C.T., MCGINNISS G.H. 1989. Partial tears of the anterior cruciate ligament: progression to complete ligament deficiency. *J Bone Joint Surg B*, 71, 825-33.
- [26] OCHI M., ADACHI N., DEIE M., KANAYA A. 2006. Anterior cruciate ligament augmentation procedure with a 1-incision technique: anteromedial bundle or posterolateral bundle reconstruction. *Arthroscopy*, 22, 463.
- [27] ODENSTEN M., LYSHOLM J., GILLQUIST J. 1985. The course of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Am J Sports Med*, 13, 183-186.
- [28] PETERSEN W., ZANTOP T. 2006. Partial rupture of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*, 22, 1143-5.
- [29] RIJKE A.M., PERRIN D.H., GOITZ H.T., MCCUE F.C. 1994. Instrumented arthrometry for diagnosing partial versus complete anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med*, 22, 294-98.
- [30] SAKAI T., YASUDA K., TOHYAMA H., AZUMA H., NAGUMO A., MAJIMA T., FRANK C.B. 2002. Effects of combined administration of transforming growth factor-beta1 and epidermal growth factor on properties of the in situ frozen anterior cruciate ligament in rabbits. *J Orthop Res*. 20: 1345-51.
- [31] SANDBERG R., BALKFORS B. 1986. Partial rupture of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop*, 220: 176-78.
- [32] SOMMERLATH K., ODENSTEN M., LYSHOLM J. 1990. The late course of acute partial anterior cruciate ligament tears: a nine to 15-year follow-up evaluation. *Clin Orthop*, 281, 152-57.
- [33] UMANS H., WIMPFHEIMER O., HARAMATI N., APPLBAUM Y.H., ADLER M., BOSCO J. 1995. Diagnosis of partial tears of the anterior cruciate ligament of the knee: value of MR imaging. *Am J Roentgenol*, 165 : 893-7.
- [34] ZEISS J., PALEY K., MURRAY K., SADDEMI S.R. 1995. Comparison of bone contusion seen by MRI in partial and complete tears of the anterior cruciate ligament. *J Comput Assist Tomogr*. 19, 773-6.







# **RÉPARATION DES RUPTURES DU FAISCEAU ANTÉRO-MÉDIAL DU LCA PAR UNE GREFFE AU TENDON ROTULIEN**

*A partir d'une série de 51 cas*

*J-CL. PANISSET, J. BARTH*

## **INTRODUCTION**

Plusieurs auteurs [1, 2] nous ont montré l'intérêt de réparer les ruptures de l'un des deux faisceaux du ligament croisé antérieur, faisceau antéro-médial ou faisceau postéro-latéral. Depuis plus de deux ans, nous observons avec attention l'échancrure intercondylienne de tous les patients que nous opérons d'une laxité antérieure. Nous avons été bien aidés par l'étude que nous avons menée pour la SFA sur les corrélations avec l'examen clinique et la laxité [3]. Ainsi, nous avons isolé 51 patients porteurs d'une rupture isolée du faisceau antéro-médial. Nous avons donc conservé le faisceau postéro-latéral et nous avons évalué ces patients avec 1 an de recul. Nous avons suivi tout particulièrement ces patients car il s'agissait d'une nouvelle approche technique.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

### *Les patients*

51 patients, 71 % d'hommes et 29 % de femmes, 55 % de côté gauche. L'âge moyen

est de 31 ans (16-54). Tous ces patients sont des sportifs qui ont consulté dans les suites d'une entorse du genou. On ne retrouve donc que des accidents de sport dans cette série. Trois sports dominent dans cette série : ski 44 %, foot 25 %, rugby 13 %.

Le délai accident-chirurgie est très court conforme à ce que nous avons déjà publié, 6,9 mois (1,5-36).

La laxité différentielle préopératoire a été mesurée au Telos à 15 et 20 kg, uniquement sur le compartiment médial dans cette série. La moyenne à 15 kg est de 5,42 mm (1-12).

Nous retrouvons un faible taux de lésions méniscales : 14 % de lésions du ménisque médial avec seulement 6 % de méniscectomie et 8 % de traitement conservateur, de même nous avons 14 % de lésions du ménisque latéral avec 10 % de méniscectomies.

Tous ces patients ont été suivis pendant au moins 1 an par le chirurgien et conjointement par le médecin du sport. Nous avons évalué la laxité résiduelle au Telos à 1 an postopératoire, et nous avons recherché surtout toutes les complications et les difficultés engendrées par cette technique. Une évaluation clinique précise a été faite.



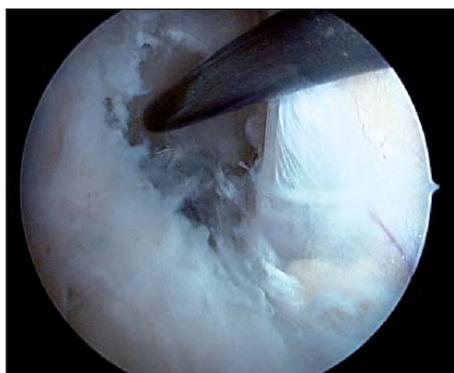
Tous les patients ont eu un bilan dynamique au Telos à 15 et 20 kg.

Nous avons fait appel au logiciel Statal pour analyser les différents résultats en comparant les variables qualitatives et quantitatives.

### *Technique opératoire*

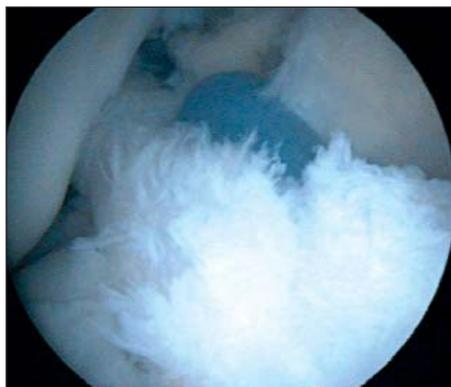
Nous avons choisi de réparer ces ruptures du faisceau antéro-médial en utilisant un greffon pris aux dépens du 1/3 moyen du tendon rotulien. Ce choix a été préféré initialement pour la fiabilité de la prise du greffon et pour la constance de la qualité de cette greffe, ne connaissant pas réellement les qualités mécaniques du faisceau postéro-latéral restant.

L'intervention débute par l'exploration attentive de l'échancrure. Nous nettoyons au shaver et avec un petit ciseau gouge de 7 mm le sommet de l'échancrure intercondylienne en descendant prudemment sur les 5 mm de la face axiale du condyle latéral (fig. 1). Nous plaçons ensuite notre viseur de dehors en dedans et nous réalisons un tunnel fémoral de 10 mm. Il faut être prudent avec les mèches pour éviter de léser l'insertion du faisceau postéro-latéral (PL).



**Fig. 1 : Rupture du faisceau antéro-médial**

Nous réalisons ensuite le tunnel tibial en conservant les fibres distales du faisceau postéro-latéral. Nous plaçons notre broche guide avec un viseur spécifique de dehors en dedans. L'insertion sera plus en dedans et en avant que les fibres du PL. (fig. 2).



**Fig. 2 : Réalisation du tunnel tibial**

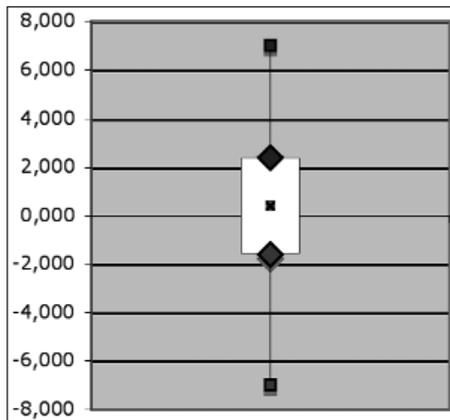
Nous prélevons ensuite la greffe classiquement, et nous préparons les baguettes. Il faut être attentif à la préparation de la baguette rotulienne qui va passer de dehors en dedans au travers du tunnel fémoral, pour être fixée dans le tunnel tibial. Le passage doit être fait avec beaucoup de précautions car il ne faut pas arracher le faisceau PL en place. La baguette tibiale se trouve dans le tunnel fémoral. Elle est impactée et la fixation se fait en "press-fit". La baguette rotulienne est fixée après mise en tension à 30° de flexion avec une vis résorbable.

Les suites opératoires sont classiques avec une mise en appui totale sous couvert de 2 cannes pendant 3 semaines sans attelle.

La rééducation est classique avec une reprise du sport progressivement vers le 6<sup>e</sup> mois postopératoire et une reprise des compétitions vers le 8<sup>e</sup> mois.



**Fig. 3 : Greffe en place, visualisation des deux faisceaux**



**Laxité résiduelle à 1 an (différentielle sur le côté médial)**

## RÉSULTATS

A 1 an de l'intervention chirurgicale, tous les patients avaient un test de Lachman dur comparable au côté opposé et une absence de ressaut. La majorité avait repris le sport au moins dans l'entraînement. Seuls 3 patients n'avaient pas pu reprendre leur activité sportive.

### Laxité

Le résultat sur la laxité est tout à fait intéressant car il montre une laxité résiduelle à 15 kg très faible.

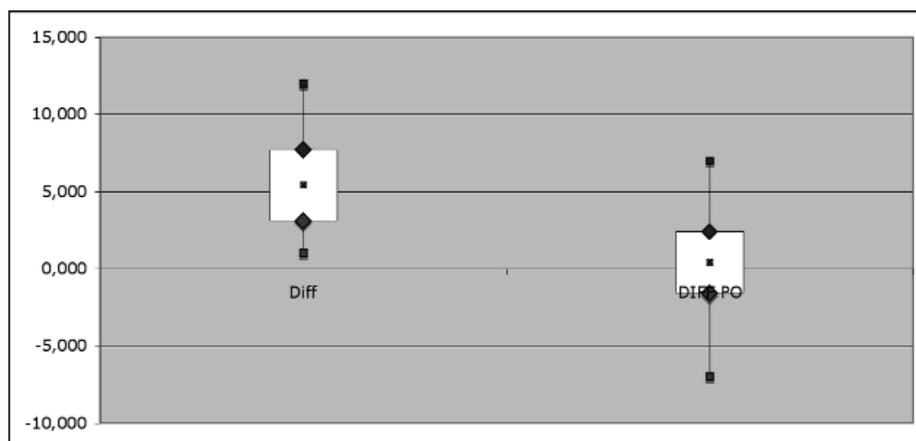
Nb sujets	51
Minimum mm	- 7
Maximum mm	7
Etendue	14
Moyenne mm	0,392

Cela n'est pas étonnant et l'impression générale des patients est d'avoir un genou très serré comme l'expriment les patients qui ont une valeur de laxité négative !

Il est évident que nous retrouvons une différence statistiquement significative entre la laxité en préopératoire et la laxité en postopératoire. Le test de Mann-Whitney met en évidence cette différence avec  $p < 0,00001$  et  $Z = 16,12$ .

Résultats	Diff préop	Diff postop	Différence
Nb valides	51	51	51
Moyenne mm	5,422	0,392	5,029
Ecart-Type	2,312	2,001	2,228

**Analyse de la mobilité :** la mobilité est un facteur prépondérant dans la reprise de l'activité sportive. Si la récupération de la flexion n'a posé des problèmes que dans deux cas, nous avons eu plus de problèmes avec l'extension et nous avons un taux de flexum résiduel non négligeable. L'extension moyenne est de  $0,54^\circ$  (0-5). Nous avons une extension totale et comparable au côté opposé dans 76 % des cas, un flexum faible de  $1^\circ$  dans 4 % ; 16 % de  $2^\circ$  et 4 % de  $5^\circ$  donc plus important. Il y a donc 24 % des patients qui n'ont pas repris une extension totale à 1 an. Il y a eu 4 arthroscopies (8 %) pour "cyclop syndrom" mis en évidence par IRM.



Corrélation TACI préop et à 1 an

Il existe une corrélation entre la persistance d'un flexum et les difficultés pendant la période de rééducation, cette corrélation est à la limite de la significativité statistique,  $p < 0,069$ . Cependant, 18 % des patients ont estimé avoir eu une rééducation difficile avec des épanchements à répétition et des douleurs.

Tous les patients qui ont bénéficiés d'une nouvelle arthroscopie ont récupéré une extension totale. Cette arthroscopie a permis de montrer le volume de la greffe qui est trop important et qui rentre en conflit avec le LCP et les parois de l'échancre.

**Résultats sur la douleur :** 69 % des patients n'ont aucune douleur à 1 an, nous retrouvons 29 % de douleur de stade 1, c'est-à-dire surtout dans les efforts sportifs, et 2 % de stade 2 c'est-à-dire en permanence.

Il existe une corrélation entre les douleurs et les difficultés en rééducation.

Pourcentages	non	Oui (diff R)
aucune	76 %	33 %
stade 1	24 %	56 %
stade 2	0 %	11 %

## DISCUSSION

L'étude de cette série est très intéressante. Il ne s'agit pas des mêmes patients que nous avons présentés lors de l'étude prospective qui est beaucoup plus récente. Cependant, cette série reprend des caractéristiques comparables : délai accident-chirurgie court (7 mois), laxité au Telos faible (5,4 mm), un faible taux de lésions méniscales, un âge moyen comparable, une majorité de sportifs désireux de retourner rapidement à leur activité. Il s'agit de la 3<sup>e</sup> série que nous étudions et nous retrouvons toujours les mêmes caractéristiques. Dans l'étude d'Ochi, il retrouve 12 % de PL intact, ce qui correspond aussi à notre statistique globale. Ceci prouve la réalité de la conservation du faisceau postéro-latéral et donc la rupture du faisceau antéro-médial. Comme sur les autres études, nous n'avons pas trouvé de corrélation avec les images IRM, mais nous savons maintenant qu'il faut réaliser des coupes IRM spécifiques c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe du LCA. Un travail va être publié par nos radiologues sur ce sujet [4].

Nous avons choisi de refaire le faisceau antéro-médial avec le tendon rotulien, car pour nous, il s'agissait du greffon de référence et nous ne connaissions pas exactement la valeur mécanique résiduelle du faisceau postéro-latéral. Pour ne pas prendre de risque, nous avons gardé la même technique mais en diminuant un peu le volume de la greffe. D'un point de vue technique, la réalisation du geste opératoire demande un peu d'habitude et beaucoup de prudence. L'objectif étant de ne pas détruire le PL restant. Le passage de la greffe de dehors en dedans est plus délicat. Cependant, le choix de faire le tunnel de dehors en dedans est pour nous fondamental pour avoir une position optimale de la greffe.

Les résultats de cette étude ont montré un très bon contrôle sur la laxité et ceci ne nous étonne pas avec une laxité résiduelle à 0,4 mm. On a donc réussi en faisant cette addition, à ramener une laxité peu importante (5,4 mm) comparable à celle du côté opposé. L'efficacité de la greffe est donc valable. Cependant 20 % des patients conservent des douleurs et 24 % ont un flexum. La cause du flexum est un "cyclop syndrom" dans 8 % des cas au minimum, sachant que 12 % n'ont pas eu de bilan, car le flexum ne les gêne pas vraiment.

Nous avons comparé aussi un groupe de patient dont la laxité différentielle initiale était inférieure à 6 mm et un groupe dont la laxité était supérieure à 6 mm. Nous n'avons retrouvé aucune différence statistique en ce qui concerne le flexum, les difficultés en rééducation ou les douleurs postopératoires. Nous avons pensé que dans le groupe dont la laxité était supérieure à 6 mm le faisceau restant était plus faible, plus grêle, de ce fait la greffe de tendon rotulien aurait moins généré de problème. En fait, il n'en est rien.

De cette étude, nous retenons que nous pouvons réparer une rupture du faisceau antéro-médial du LCA par un greffon au tendon rotulien. La correction de la laxité est excellente. Cependant, les suites sont plus difficiles avec comme principal problème une dif-

ficulté à récupérer l'extension et dans une moindre mesure la flexion. Cette raideur est cause de douleur et d'épanchements à l'effort.

Nous avons donc modifié notre attitude depuis. Si le faisceau restant est de bonne qualité avec une laxité résiduelle faible (< 6 mm) nous réparons avec un faisceau unique de demi-tendineux doublé ou triplé en fonction du volume, pour éviter une surcharge de l'échancrure. Si la laxité est plus importante (>7 mm), nous prenons l'initiative de refaire les deux faisceaux, soit avec les ischio-jambiers (technique à double faisceau) soit le tendon rotulien si les ischio-jambiers sont de mauvaise qualité. En effet, la seule différence que nous trouvons dans les deux groupes précédemment cités, c'est la laxité à 1 an : dans le groupe < 6 mm la laxité à 1 an est de -0,05 mm (-7+2) alors que dans le groupe > à 6 mm la laxité est de 1,37 mm (-1+7). Cette différence est significative statistiquement. Elle montre bien que la valeur du faisceau postéro-latéral au-delà de 6 mm est mauvaise et qu'il vaut mieux tout refaire comme dans une chirurgie classique.

Notre étude concorde bien avec l'étude d'Adachi [5] qui a montré sur une étude comparative, la supériorité de l'augmentation par rapport à une technique conventionnelle, au moins sur la laxité. Il a comparé 40 réparations partielles avec 40 reconstructions totales du LCA avec une laxité de départ comparable. Le groupe augmentation a une laxité résiduelle plus faible.

Il est fort probable que la conservation des récepteurs neurologiques dans le faisceau restant est un rôle sur la proprioception. Il est difficile de montrer cette influence, seul le temps pourra nous montrer si on diminue les risques de récurrence, de dégradation méniscale ou cartilagineuse. Plusieurs auteurs ont déjà montré cette influence [6, 7, 8]. C'est une des raisons pour lesquelles il faut conserver le faisceau restant s'il est valable mécaniquement. Il est fort probable aussi que la vascularisation au niveau de l'insertion tibiale joue aussi un rôle dans la cicatrisation [9].



Quelques études [10] commencent à montrer l'intérêt de la reconstruction partielle pour éviter une dégradation du faisceau restant. Et c'est dans cet esprit que nous avons eu cette attitude.

## CONCLUSION

Cette étude montre qu'il est possible de réparer une rupture de l'un des deux faisceaux du LCA, en particulier du faisceau antéro-médial en conservant le faisceau postéro-latéral. Cette technique donne de bons résultats sur la laxité mais présente quelques complications, difficulté surtout à récupérer

l'extension et parfois la flexion par l'effet volume que génère une greffe un peu trop surdimensionnée, avec un risque de créer un "cyclop-syndrom". Nous avons donc revu notre attitude en fonction de ces données, et nous préconisons de reconstruire le faisceau antéro-médial par une greffe de demi-tendineux, si nous sommes certains de la qualité du faisceau postéro-latéral restant. Si la laxité au Telos est supérieure à 6 ou 7 mm, il est logique de considérer ce faisceau restant comme de mauvaise qualité et il est souhaitable de refaire le LCA soit avec une technique à deux faisceaux, soit avec une technique mono-faisceau d'ischio-jambiers ou de tendon rotulien en fonction de ses habitudes et de ses convictions.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ADACHI N., OCHI M., UCHIO Y., SUMEN Y. 2000. Anterior cruciate ligament augmentation under arthroscopy. A minimum 2 year follow-up in 40 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 120 : 128-133.
- [2] OCHI M., ADACHI N., DEIE M., KANAYA A. 2006. Anterior cruciate ligament augmentation procedure with a one incision technique: antero-medial bundle or postero-lateral bundle reconstruction. *Arthroscopy* 22-463 e 1-463 e5.
- [3] D. DEJOUR, J.F. POTEL 2007. Quelle plastie du LCA pour quelle laxité, pour quel patient ? *Symposium SFA. Lyon.*
- [4] ROYCHOWDHURY S., FITZGERALD S.W., SONIN A.H., PEDUTO A.J. et al. 1997. Using MRImaging to diagnose partial tears of the anterior cruciate ligament. *Value of axial images. AJR* 168.
- [5] ADACHI N., OCHI M., UCHIO Y., SUMEN Y. 2000. Anterior cruciate ligament augmentation Under arthroscopy. A minimum 2 year follow-up in 40 patients. *Arch Orthop Trauma surg* 120: 128-133.
- [6] SCHUTTLE M.J., DABEZIES E.I., ZIMMY M.L., HAPPEL L.T. 1987. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg (Am)* 69: 243-247.
- [7] CORRIGAN J.P., CASHMAN W.F., BRADY M.P. 1992. Proprioception in the cruciate deficient knee. *J Bone Joint Surg (Br)* 74 : 247-250.
- [8] DENTI M., MONTELEON M., BERARDI A., PANNI A.S. Anterior cruciate ligament mechanoreceptors. *Clin orthop.* 308 : 29-32.
- [9] OCHI M., IWASA J., UCHIO Y., ADACHI N., KAWASAKI K. 2002. Induction of somatosensory evoked potentials by mechanical simulation in reconstructed human anterior ligaments. *J Bone Joint Surg (Br)* 84, 761-766
- [10] PETERSEN W., ZANTOP T. 2006. Partial rupture of the anterior cruciate ligament. *The journal of Arthroscopic and related Surgery. Vol 22 N° 11 (November) 1143-1145.*





# **RECONSTRUCTION ISOLÉE DU FAISCEAU ANTÉRO-MÉDIAL DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR DANS LES RUPTURES PARTIELLES**

*B. SONNERY-COTTET, J-PH. HAGER, Y. FOURNIER, P. CHAMBAT*

## **INTRODUCTION**

Les techniques de reconstruction double faisceaux du LCA se sont développées depuis quelques années [7-8, 13]. Ceci s'explique d'une part par les résultats à long terme non totalement satisfaisants des reconstructions mono faisceau [9] et d'autre part par les résultats biomécaniques et cliniques encourageants des reconstructions double faisceaux [2, 5, 13, 14]. Ces reconstructions plus anatomiques semblent permettre de restaurer une cinématique du genou proche de la normale [5].

Si ces techniques de reconstructions du LCA ont beaucoup évolué dernièrement c'est en grande partie du fait d'une meilleure connaissance de l'anatomie fonctionnelle du LCA. Pendant très longtemps nos reconstructions ne reproduisaient que le faisceau le plus isométrique c'est-à-dire le faisceau antéro-médial. Nous savons maintenant que le LCA est composé de deux faisceaux, le faisceau Antéro-Médial (AM) et le faisceau Postéro Latéral (PL), distincts par leurs insertions et surtout par leurs fonctions. S'il existe deux faisceaux bien distincts anatomiquement, il est logique de penser qu'il puisse exister des lésions partielles du LCA c'est-à-dire ne concernant qu'un seul des 2 faisceaux.

Si les chirurgiens ont évoqué ces ruptures partielles dès les années 80 suite aux constatations arthroscopiques [11], ce sont surtout les radiologues qui les ont analysées grâce aux IRM [12]. Les études chirurgicales publiées évoquent essentiellement l'évolution des ruptures partielles dans le temps mais aucune ne décrit précisément le faisceau concerné [3, 4]. Les résultats à 5 ans de ces ruptures partielles traitées fonctionnellement sont décevants. Dans la première étude prospective, 40 % des patients ont complété leur rupture [3]. Dans la deuxième étude, 70 % des patients n'ont pas repris le niveau d'activité précédent leur accident [4].

Le diagnostic clinique et d'imagerie d'une rupture partielle du LCA est toujours difficile de nos jours. Cependant, nos progrès techniques et nos connaissances anatomiques doivent nous permettre de reconstruire spécifiquement le faisceau rompu afin d'améliorer les résultats à long terme de ces ruptures.

Dans notre expérience, les ruptures partielles du LCA concernent plus fréquemment le faisceau AM que le faisceau PL et ce, dans des proportions de 2/3 pour 1/3. Cette note technique décrit une procédure de reconstruction du seul faisceau AM du LCA en préservant le faisceau PL non rompu. Nous uti-



lisons comme transplant les tendons de la patte-d'oie avec un tunnel tibial et un tunnel fémoral.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Dans une série consécutive de 175 reconstructions du LCA en 6 mois, nous avons retrouvé lors de l'arthroscopie 22 ruptures isolées du faisceau antéro-médial. Tous ces patients avaient une instabilité fonctionnelle et présentaient les symptômes d'une rupture du LCA confirmée par l'IRM. Après reconstruction isolée du faisceau antéro-médial, les patients ont été revus à 2 ans avec une mesure instrumentée de leur laxité (Rolimeter™, Aircast, Summit, NJ/USA).

### Intervention chirurgicale

L'intervention se déroule sous anesthésie générale en décubitus dorsal avec garrot pneumatique à la racine de la cuisse. Le genou est fléchi à 90° de flexion avec une cale maintenant le pied et permettant une mobilité complète du genou.

### Arthroscopie (fig. 1)

Les voies arthroscopiques sont classiques, para patellaire externe pour la voie optique, para patellaire interne pour les instruments. L'exploration arthroscopique permet un bilan articulaire complet. Une exploration minutieuse de la lésion du LCA permet de définir son caractère complet ou incomplet. En positionnant le genou en Cabot, comme pour l'exploration du compartiment fémoro-tibial externe, l'insertion des 2 faisceaux du LCA notamment fémorale est identifiable. On peut donc analyser la rupture du LCA et voir si elle concerne un seul ou les deux faisceaux. Par contre, il est impossible de connaître la valeur fonctionnelle du faisceau que l'on va préserver en cas de rupture partielle.

### Prélèvement du transplant

Le transplant de choix en cas de rupture partielle du LCA est le tendon demi-tendineux avec ou sans le droit interne. L'objectif est d'obtenir dans tous les cas une greffe de 8 mm de diamètre. L'incision est d'environ 3 cm sur le bord interne de la tubérosité tibiale antérieure. Le prélèvement du demi-tendineux est effectué par un stripper ouvert

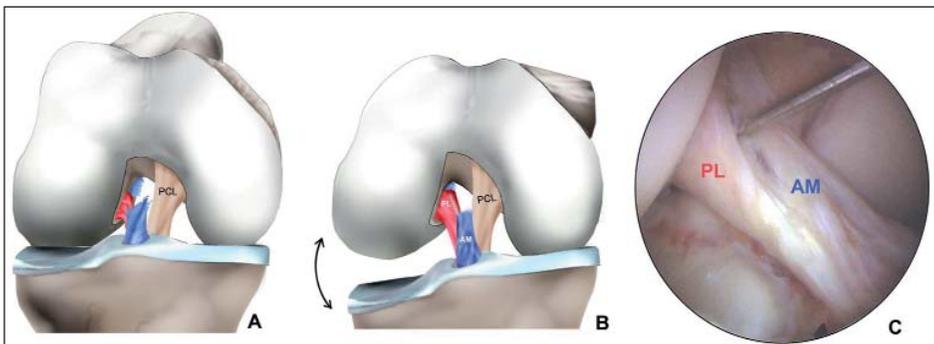


Fig. 1 :

A) Rupture partielle du LCA n'intéressant que le faisceau AM.

B) La position de Cabot permet une bonne visualisation de l'insertion fémorale pour analyser l'état des faisceaux.

C) Vue arthroscopique d'une rupture du faisceau AM avec un faisceau PL intact.

afin de préserver l'insertion tibiale du transplant. Ce tendon est alors doublé ou triplé et associé parfois au tendon du droit interne afin d'obtenir la greffe de diamètre voulu.

### Tunnels fémoraux

Sur le genou fléchi à 90° et par une courte incision de 10 mm sur la face externe du genou, nous réalisons le tunnel antéro-médial par une technique *out-in* décrite en 2006 par Chambat, Siegrist *et al.* [6]. Ce tunnel affleure la corticale postérieure de la face axiale du condyle externe et est situé à 9 heures pour un genou droit, 3 heures pour un genou gauche. Ce tunnel sera du diamètre du transplant préparé. L'intérêt d'effectuer ce tunnel *out-in* est double. D'une part la réalisation du tunnel peut se faire sur un genou à 90° de flexion. Cela permet de dégager l'accès à l'insertion du faisceau AM ce qui facilite les opérations de nettoyage et de mise en place du viseur fémoral. En effet, à 90° de flexion, le faisceau PL apparaît légèrement en avant et en dessous du faisceau AM. D'autre part, le forage de dehors en dedans limite énormément les risques de détérioration des fibres du faisceau PL (fig. 2). La réalisation d'un tunnel fémoral de dedans en dehors (tunnel fémoral borgne), nécessite, lui, un forage avec un genou en hyperflexion. Cette position met en tension

le faisceau PL et l'amène très en avant de l'insertion du faisceau AM dans l'échancrure, le faisceau PL va alors "barrer" l'accès à la corticale postérieure du fémur rendant difficile le positionnement d'un viseur, et augmentant les risques de détérioration de ce faisceau lors du forage du tunnel.

### Tunnel tibial

Le tunnel tibial est réalisé par l'ancillaire habituel. Le point d'entrée de la broche guide est en interne de l'insertion des tendons de la patte-d'oie. Le point de sortie intra-articulaire de la broche guide est antéro-médial c'est-à-dire relativement antérieur au niveau de l'insertion tibiale du LCA et proche de l'épine tibiale médiale.

### Passage de la greffe et fixation (fig. 3)

Le transplant est passé de bas en haut en le laissant insérer sur le tibia. Après avoir greffé le tibia par la carotte osseuse précédemment prélevée, nous fixons le transplant dans le tibia par une vis d'interférence de 9 mm de diamètre et 28 mm de long. Nous mettons alors en tension le transplant en cyclant le genou. Le faisceau antéro-médial qui est globalement isométrique sera classiquement fixé

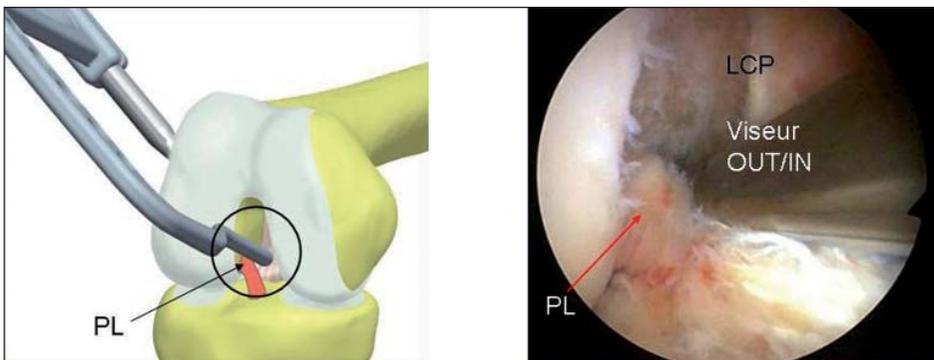
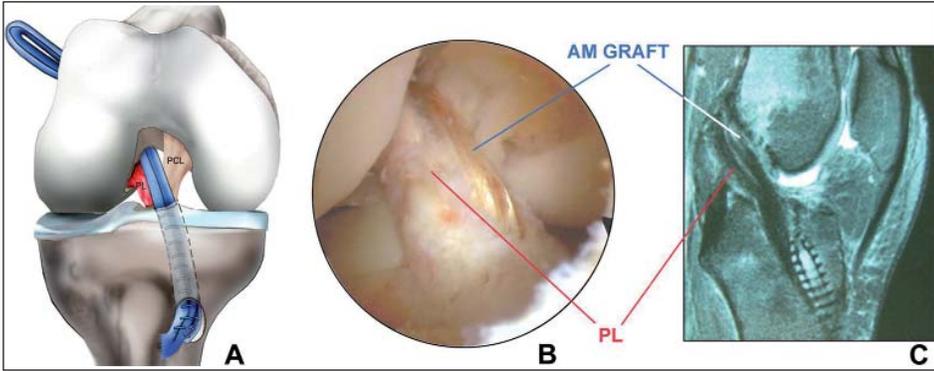


Fig. 2 : Mise en place du viseur fémoral *out/in*, à 90° de flexion, le site d'insertion du faisceau AM est facilement accessible



**Fig. 3 :**

**A) Le greffon est passé du tibia vers le fémur. L'insertion tibiale du demi-tendineux est préservée afin de renforcer la fixation.**

**B) Vue arthroscopique**

**C) Aspect IRM d'une reconstruction isolée du faisceau AM au greffon demi-tendineux avec un faisceau PL intact.**

autour de 30° de flexion avec une vis résorbable de dehors en dedans dans le fémur de 9 mm de diamètre et 25 mm de long.

### Suites opératoires

Les patients sont mobilisés jusqu'à 90° de flexion dès le lendemain de l'intervention avec appui sous couvert de 2 cannes pendant 3 semaines sans attelle. La rééducation suit un protocole classique de ligamentoplastie du genou. La reprise de la course est autorisée après le 3<sup>e</sup> mois et les sports pivots après le 6<sup>e</sup>.

## RÉSULTATS

Dans cette série consécutive de 175 reconstructions du LCA, nous avons effectué 22 reconstructions isolées du faisceau antéro-médial. Le mécanisme lésionnel en cause était principalement le Valge pour les accidents de ski et l'hyper extension dans les accidents de sports collectifs (Foot, basket, rugby). Le test de Lachman était noté "arrêt dur retardé"

dans tous les cas avec une laxité différentielle moyenne au Rolimeter® de 5 mm (min 3 mm ; max 6 mm). Le ressaut était noté positif dans 12 cas avec un tiroir antérieur direct à 90° dans 4 cas. L'IRM n'a fait le diagnostic de rupture partielle que dans 5 cas. Une contusion osseuse a été retrouvée dans 6 cas. Nous avons retrouvé en peropératoire 6 lésions méniscales (3 externes et 3 internes) dont 3 anses de seau. Le geste thérapeutique a été une ligamentoplastie isolée du faisceau antéro-médial par DIDT dans tous les cas avec suture méniscale dans 4 cas et méniscectomie dans 2 cas. Les suites ont été sans particularités même si 5 patients se sont plaints en postopératoire d'un genou serré jusqu'au 3<sup>e</sup> mois.

Les patients de cette série ont été revus entre 22 et 25 mois après la chirurgie. A cette revue, le ressaut et le tiroir antérieur direct étaient négatifs pour tous les patients. Les amplitudes articulaires n'étaient pas limitées bien que deux patients se plaignaient d'un genou raide proche de l'extension. On retrouvait pour tous les patients un Lachman arrêt dur avec une laxité différentielle moyenne au Rolimeter® de 0,3 mm (min 0 ; max 2 mm).



Aux vues de la série, il est difficile de retrouver un profil type de patient, de sports ou de mécanisme lésionnel caractéristique des ruptures partielles du LCA. Ces ruptures partielles semblent majoritairement toucher le faisceau antéro-médial. Le diagnostic de certitude semble difficile autant cliniquement qu'à l'imagerie. Il paraît pourtant légitime aux vues de la série, d'évoquer cette lésion partielle dès lors que la laxité différentielle est inférieure ou égale à 6 mm avec un Lachman arrêt dur retardé au testing. L'IRM avec ses séquences classiques semble décevante puisque la lésion n'a été retrouvée que dans 5 cas. Elle est surtout très opératoire dépendant. Le diagnostic de certitude a été fait dans tous les cas au cours du bilan arthroscopique avant la ligamentoplastie. Les contusions osseuses et les lésions méniscales sont aussi retrouvées dans ces ruptures partielles.

## DISCUSSION

L'analyse actuelle des ruptures du LCA est en pleine évolution grâce à une meilleure connaissance de la biomécanique du genou et de l'anatomie fonctionnelle. Ainsi, les reconstructions double faisceau du LCA qui semblent prometteuses sont actuellement développées par de nombreuses équipes. Le concept de reconstructions anatomiques a permis aux chirurgiens de mieux analyser lors de l'arthroscopie, les ruptures du LCA et d'identifier des lésions partielles de ce ligament intéressant un seul des deux faisceaux. Ainsi, Adachi [1], dans un article de 2000 rapporte les résultats de 40 reconstructions en préservant les reliquats du LCA. Ces 40 procédures d'augmentation sont comparées dans cette étude à 40 reconstructions classiques. Les patients du groupe augmentation présentaient tous des reliquats importants reliant le fémur au tibia, ce qui *a posteriori*, semble correspondre à des ruptures partielles n'intéressant qu'un seul faisceau du LCA. Dans cet article, les auteurs rappor-

tent de meilleurs résultats en termes de stabilité et de proprioception pour le groupe "augmentation". En 2006, la même équipe chirurgicale propose une technique de reconstructions isolées d'un des faisceaux du LCA en préservant le faisceau non rompu [10], mais en parlant clairement cette fois de rupture isolée du faisceau antéro-médial ou du faisceau postérolatéral. La technique de reconstruction décrite dans cet article est différente de la nôtre puisque le tunnel fémoral est foré de dedans en dehors en utilisant une technique trans-tibial. Notre technique de reconstruction de dehors en dedans nécessite une incision supplémentaire sur le condyle latéral. Par rapport aux techniques de dedans en dehors, cette incision supplémentaire constitue un inconvénient qui nous semble acceptable en raison de la simplicité et de la précision de notre technique. La réalisation indépendante des visées tibiale et fémorale sur un genou à 90° de flexion est techniquement facile et reproductible. Le forage de dehors en dedans permet de préserver les fibres du faisceau postérolatéral. Enfin, cette technique à double incision nous permet de laisser le transplant pédiculé au niveau tibial pour compléter la fixation par vis d'interférence. La fixation fémorale est réalisée en dernier à l'aide d'une vis d'interférence mise en place de dehors en dedans sans risque de détérioration des fibres du transplant.

## CONCLUSION

L'analyse de notre série met en évidence un nombre important de ruptures partielles du LCA que l'on semble méconnaître encore. Une faible laxité différentielle préopératoire avec un Lachman arrêt dur retardé doit attirer l'attention des chirurgiens sur une éventuelle rupture partielle. Il convient alors de confirmer le diagnostic au cours d'une arthroscopie minutieuse et de proposer une reconstruction sélective. Notre technique reste très classique et permet de reconstruire



le faisceau rompu en préservant le faisceau intact. Nous n'avons pas identifié de complications spécifiques liées à cette technique de reconstruction. Les résultats préliminaires sont encourageants, mais nous ne pouvons pas, à ce stade, tirer de conclusions sur les

résultats cliniques de ces reconstructions, des études cliniques à long terme et avec des effectifs plus importants sont nécessaires pour évaluer les bénéfices potentiels de ces reconstructions isolées du faisceau antéro-médial.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ADACHI N., OCHI M., UCHIO Y., SUMEN Y. 2000. Anterior cruciate ligament augmentation under arthroscopy. A minimum 2-year follow-up in 40 patients. *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 120 : 128-33.
- [2] AMIS A.A., BULL AMJ, LIE DTT. 2005. Biomechanics of rotational instability and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedics.* 15 : 29-35.
- [3] BAK K., SCAVENIUS M., HANSEN S., NORRING K., JENSEN K.H., JORGENSEN U. 1997. Isolated partial rupture of the anterior cruciate ligament. Long term follow-up of 56 cases. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 5 : 66-71.
- [4] FRITSCHY D., PANOUSOPOULOS A., WALLENSTEN P., PETER R. 1997. Can we predict the outcome of a partial rupture of the anterior cruciate ligament? A prospective study of 43 cases. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 5 : 2-5.
- [5] GABRIEL M.T., WONG E.K., WOO S.L., YAGI M., DEBSKI R.E. 2004. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J. Orthop. Res.* 22 : 85-9.
- [6] GAROFALO R., MOUHSINE E., CHAMBAT P., SIEGRIST O. 2006. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: the two-incision technique. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 4 : 1-7.
- [7] KIM S.J., JUNG K.A., SONG D.H. 2006. Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous quadriceps tendon. *Arthroscopy.* 22 : 797.e1-797.e5.
- [8] MUNETA T., SEKIYA I., YAGISHITA K., OGUICHI T., YAMAMOTO H., SHINOMIYA K. 1999. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with EndoButtons: Operative technique and preliminary results. *Arthroscopy.* 15 : 618-24.
- [9] NEDEFF D.D., BACH B.R. Jr 2001. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autografts: A comprehensive review of contemporary literature. *Knee Surg.* 14 : 243-58.
- [10] OCHI M., ADACHI N., DEIE M., KANAYA A. 2006. Anterior cruciate ligament augmentation procedure with a 1-incision technique: Anteromedial bundle or posterolateral bundle reconstruction. *Arthroscopy.* 22 : 463.e1-463.e5.
- [11] ODENSTEN M., LYSHOLM J., GILLQUIST J. 1985. The course of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Am. J. Sports Med.* 13 : 183-6.
- [12] UMANS H., WIMPFHEIMER O., HARAMATI N., APPLBAUM Y.H., ADLER M., BOSCO J. 1995. Diagnosis of partial tears of the anterior cruciate ligament of the knee: value of MR imaging. *AJR Am. J. Roentgenol.* 165 : 893-7.
- [13] YASUDA K., KONDO E., ICHIHAMA H., KITAMURA N., TANABE Y., TOHYAMA H., MINAMI A. 2004. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy.* 20 : 1015-1025.
- [14] YASUDA K., KONDO E., ICHIHAMA H., KITAMURA N., TANABE Y., TOHYAMA H. 2006. Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: Comparisons among three different procedures. *Arthroscopy.* 22 : 240-51.





# **ARTHROSE APRÈS RECONSTRUCTION DU LCA AVEC LE TENDON ROTULIEN À 25 ANS DE RECU**

## ***Analyse du compartiment fémorotibial Analyse du compartiment fémoropatellaire***

*J. PERNIN, P. VERDONK, T. AIT SI SELMI, PH. NEYRET*

### **INTRODUCTION**

L'évolution naturelle des laxités antérieures chroniques est connue. Elles induisent des dégradations intra-articulaires progressives. Les lésions méniscales, en particulier internes, surviennent et les formations postéro-internes se distendent, aggravant la laxité et faisant le lit de l'arthrose fémorotibiale interne. Bien qu'il soit aujourd'hui admis que la reconstruction du LCA restore la stabilité antérieure du genou à court et moyen terme [3, 7, 18, 21], son effet menisco-protecteur et chondro-protecteur reste débattu [22, 23]. Peu d'études rapportent le devenir des patients au-delà de 15 ans [4, 10, 12, 25]. L'objectif de notre étude était de rapporter les résultats à ultra-long terme d'une série de 100 patients opérés d'une reconstruction articulaire du LCA, par un greffon os-tendon-os, associée à une plastie latérale de Lemaire et revus avec un recul moyen de 24,5 ans [17]. Cette série historique a fait l'objet de nombreuses publications lors des révisions précédentes [4, 6, 8, 9]. Cette dernière revue a été l'occasion d'étudier à nou-

veau les facteurs de risque d'arthrose fémorotibiale interne mais aussi de porter un regard attentif sur les modifications radiologiques des compartiments fémorotibial externe et fémoropatellaire.

### **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

#### ***La série***

Entre Janvier 1978 et Juin 1983, 410 patients ont été opérés dans le service du Professeur Dejour (Hôpital Lyon Sud - Hospices Civils de Lyon) d'une greffe libre du tendon rotulien unilatérale associée à une plastie de Lemaire. En 1992, 148 patients avaient été revus avec un recul moyen de 11,5 ans. 90 d'entre eux avaient été revus en 1999 à 17 ans de recul. En 2006, parmi les 148 patients revus à 11,5 ans, 7 étaient décédés, 25 limitèrent leur participation à l'envoi d'un questionnaire et 16 étaient perdus de vue. Finalement, 100 ont pu faire l'objet d'une évaluation clinique et radiologique à



24,5 ans de recul moyen (21-28 ans). La série comportait 73 hommes et 27 femmes. L'âge moyen à l'intervention était de 25,1 ans (14,2 - 43,3 ans). Le délai opératoire moyen était de 2,9 ans (1-232 mois) et l'âge à la révision était de 49,3 ans (39,0-68,2 ans). Durant ce délai, 22 ménisectomies médiales (souvent totales) et 3 latérales avaient été réalisées. Pendant la reconstruction du LCA, 26 ménisectomies médiales subtotaux et 16 ménisectomies latérales supplémentaires avaient été réalisées. Une lésion chondrale du condyle médial avait été notée dans 18 cas et une lésion concernant le condyle latéral dans 3 cas.

### **Technique chirurgicale**

La technique chirurgicale à ciel ouvert, KJL (Kenneth-Jones Lemaire) ou opération de Dejour, consistait en une greffe libre intra-articulaire os-tendon-os associée à une plastie extra-articulaire de Lemaire. La greffe intra-articulaire utilisait le 1/3 central du tendon rotulien avec 2 blocs osseux dont l'un était fixé dans une logette fémorale par un fil métallique appuyé sur une vis rondelle et l'autre dans un tunnel tibial fixé de la même manière. La plastie extra-articulaire utilisait une bandelette de fascia lata, large de 10 mm, d'une longueur de 18 cm pédiculée sur le tubercule de Gerdy passant sous le ligament latéral externe (LLE) puis dans un tunnel osseux fémoral puis à nouveau sous le LLE enfin dans un tunnel osseux sous le tubercule de Gerdy. La fixation était réalisée en rotation neutre.

Lors de l'arthrotomie, un bilan articulaire était réalisé permettant d'apprécier les lésions chondrales. Dans les suites opératoires, le patient était plâtré 45 jours entre 1978 et 1980. A partir de 1981, il était immédiatement rééduqué et placé dans une attelle amovible.

### **Méthode d'évaluation**

Le résultat subjectif a été apprécié par un index de satisfaction, le score subjectif de l'IKDC (fiche 2001) et le score KOOS [19].

L'examen clinique a été conduit en suivant les recommandations de la fiche IKDC 2001. Pour les patients revus en consultation, la laxité résiduelle a été évaluée par des clichés dynamiques comparatifs de type Lachman passif utilisant le système Telos.

Le bilan radiographique bilatéral comprenait un cliché de face en appui monopodal (AMP), un profil à 30° de flexion en AMP, une vue axiale des rotules à 30° de flexion et un cliché en appui bipodal de face à 45° de flexion (cliché en schuss). Ce bilan a permis l'analyse de l'évolution des modifications radiologiques liées à l'arthrose des 3 compartiments du genou.

La hauteur rotulienne a été mesurée selon la méthode de Caton et Deschamps sur les clichés de profil des 2 genoux. Les 9 patients qui ont subi une ostéotomie tibiale de valgisation ont été exclus de l'analyse.

### **Statistiques**

Tous les résultats ont été traités par le logiciel SPSS Version 13.0.

Le test du Khi-deux ou le test exact de Fischer (lorsque ceci était possible) ont été utilisés pour comparer les variables qualitatives. La comparaison de moyennes a fait appel au test de Mann-Whitney pour les données non appariées et au test de Friedman pour les données appariées. Les analyses multivariées ont été conduites à l'aide de régressions logistiques. Le seuil de signification était fixé à 0,05.

## RÉSULTATS

### Résultat subjectif

57 % des patients étaient très satisfaits, 27 % étaient satisfaits, 14 % étaient déçus et 2 % étaient mécontents.

Pour la série globale, le score IKDC moyen était égal à  $74,7 \pm 18,6$ .

Les résultats en fonction du statut du ménisque médial sont présentés dans le tableau 1.

### Examen clinique

Un arrêt dur ou dur retardé était retrouvé chez 80 % des patients et un arrêt mou chez 20 %.

Un ressaut vrai était présent chez 5 patients (5,9 %) et un ressaut bâtarde (ébauche de ressaut) chez 15 patients (17,6 %).

Des douleurs antérieures en position à genou étaient retrouvées dans 4 % des patients et lors de la marche à genou dans 22 %.

L'examen clinique au dernier recul montrait que 8 % des genoux avaient un déficit d'au moins  $15^\circ$  de flexion passive, comparé au genou controlatéral sain et 4 % avaient un déficit supérieur à  $15^\circ$ . Un déficit d'extension de  $3$  à  $6^\circ$  était noté pour 7 % des genoux. Seul 1 genou (1 %) présentait un déficit d'extension compris entre  $6$  à  $10^\circ$ .

A 24,5 ans de recul, des crépitations modérées mais asymptomatiques étaient retrouvées chez 21 % des patients.

### Evaluation IKDC objective globale

L'évaluation globale selon l'IKDC retrouvait 57,7 % de grade A ou B et 42,3 % de grade C ou D (fig. 1). La différence observée avec les résultats de la dernière revue des patients (17 ans) n'était pas significative ( $p=0,289$ ).

### Modifications radiologiques

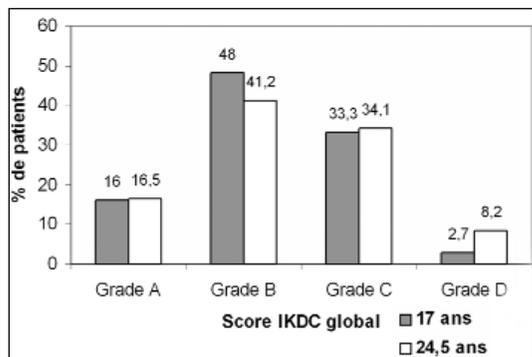
Les résultats concernant le compartiment fémorotibial interne sont résumés sur la figure 2.

La proportion de patients présentant un genou normal est restée stable (11,5 ans : 42 % ; 17 ans : 42 % ; 24,5 ans : 40 %), (fig. 3). Un genou normal à 11,5 ans de l'intervention avait toutes les chances de le rester à 24,5 ans.

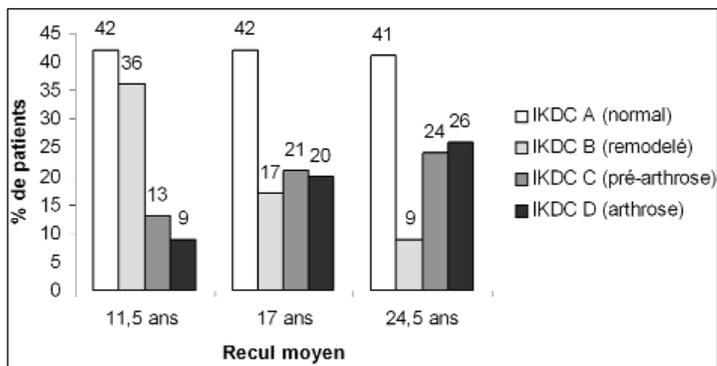
Les patients, présentant un remodelé, ont progressivement glissé vers la pré-arthrose et l'arthrose.

L'arthrose a progressé (9 % à 11,5 ans ; 20 % à 17 ans ; 26 % à 24,5 ans), ( $p<0,001$ ), (fig. 4). Les résultats en fonction du statut du ménisque médial sont présentés dans le tableau 1.

Fig. 1 : Score IKDC objectif aux 2 dernières revues des patients (17 ans et 24,5 ans de recul).



**Fig. 2 : Evolution des modifications radiologiques fémorotibiales internes (score IKDC radiologique) entre 11,5 ans et 24,5 ans de recul moyen (n=100).**



**Fig. 3 : Cliché en schuss bilatéral. Le ménisque médial était intact au moment de l'intervention. Résultat à 24 ans : IKDC A.**



**Fig. 4 : Cliché en schuss bilatéral. Méniscectomie médiale subtotal au moment de l'intervention. Résultat à 24 ans : IKDC D.**

**Tableau 1 : Résultats cliniques et radiologiques à 24.5 ans de recul classés selon le statut méniscal initial.**

	Ménisque médial intact (n=44)	Méniscectomie médiale subtotale (n=48)	P
Score IKDC subjectif	77.8±18.7	71.2±19.3	0.068
Score KOOS			
Douleur	80.8 ± 19.9	76.8 ± 19.6	0.223
Symptômes	85.7 ± 18.9	82.2 ± 18.3	0.125
Activités vie quotidienne	90.4 ± 16.9	86.4 ± 20.4	0.281
Sports/loisirs	69.1 ± 29.4	60.3 ± 29.5	0.115
Qualité de vie	67.2 ± 29.7	62.5 ± 31.3	0.407
Laxité passive (Telos) (mm)	7.9 ± 3.9	10.7 ± 5.0	0.020
Δ laxité passive (mm)	4.1 ± 4.1	4.7 ± 4.2	0.526
Score IKDC radiographique			0.003
Grade A/B n (%)	28 (63.6)	18 (37.5)	
Grade C n (%)	11 (25.0)	11 (22.9)	
Grade D n (%)	5 (11.3)	19 (39.6)	
Interventions secondaires			
OTV n (%)	1 (2.3)	8 (16.7)	
Méniscectomie médiale n (%)	7 (15.9)	—	

Δ : Différence

**Tableau 2 : Modifications radiologiques de l'articulation fémoropatellaire selon la classification IKDC (n=91).**

	Nombre de patients			
	CFP interne		CFP externe	
Anomalies fémoropatellaires (IKDC)	genou opéré N(%)	genou controlatéral N(%)	genou opéré N(%)	genou controlatéral N(%)
Grade A (normal)	46 (51)	78 (86)	76 (83)	87 (96)
Grade B (ostéophytes/remodelé)	26 (29)	8 (9)	8 (9)	4 (4)
Grade C (pré-arthrose)	15 (16)	4 (4)	5 (6)	0
Grade D (arthrose)	4 (4)	1 (1)	2 (2)	0
<b>Total</b>	<b>91 (100)</b>	<b>91 (100)</b>	<b>91 (100)</b>	<b>91 (100)</b>

CFP : compartiment fémoropatellaire.

Le compartiment fémorotibial externe a été analysé séparément : 3 % présentaient une pré-arthrose et 9 % une arthrose fémorotibiale externe.

Les modifications radiologiques de l'articulation fémoropatellaire observées selon les critères de l'IKDC sont rassemblées dans le tableau 2.

### **Hauteur rotulienne**

L'index de Caton et Deschamps était de 0,92 ( $\pm 0,13$ ) pour les genoux opérés et de 0,96 ( $\pm 0,13$ ) pour les genoux controlatéraux lorsqu'ils étaient sains (fig. 3). La rotule était plus basse pour les genoux opérés que pour les genoux controlatéraux ( $p < 0,001$ ).

### **Facteurs de risque d'arthrose fémorotibiale interne (AFTI)**

Les patients qui présentaient une lésion chondrale touchant le compartiment fémorotibial interne avaient 5 fois plus de chances de présenter une AFTI 24 ans plus tard.

Ceux qui avaient subi une méniscectomie médiale avant ou pendant l'intervention avaient 3 fois plus de chances d'évoluer vers l'arthrose (les résultats de l'analyse multivariée sont présentés dans le tableau 3).

**Tableau 3 : Recherche de facteurs prédictifs d'arthrose fémorotibiale interne (résultats de la régression logistique).**

Facteurs d'AFTI testés	Analyse multivariée	
	p	Exp(,)
Chondrite interne	0,012	4,639
Age à l'intervention	0,017	1,124
Méniscectomie médiale	0,031	3,600
Délai d'intervention	0,927	1,000

### **Facteurs de risque d'arthrose fémorotibiale externe (AFTE)**

Les patients qui avaient subi une méniscectomie latérale avaient 17 fois plus de chance d'évoluer vers une AFTE, et les patients chez qui il avait été noté une lésion chondrale du condyle latéral lors de la reconstruction du LCA, avaient 26 fois plus de chances de déve-



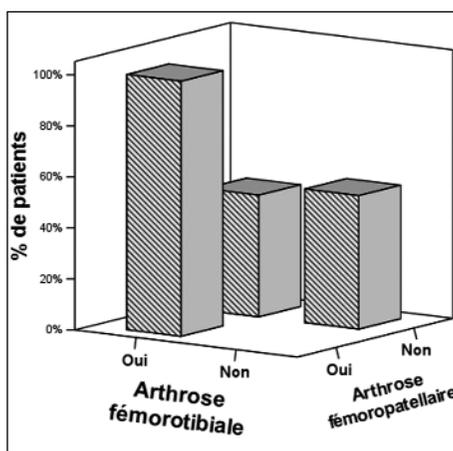
opper une AFTE (les résultats de l'analyse multivariée sont présentés dans le tableau 4).

**Tableau 4 : Recherche de facteurs prédictifs d'arthrose fémorotibiale externe (résultats de la régression logistique).**

Facteurs d'AFTE testés	Analyse multivariée	
	p	Exp(,)
Chondrite externe	0,025	26,0
Méniscectomie latérale	<0,001	16,6

### Causes d'arthrose fémoropatellaire

L'état du CFP interne était fortement lié à l'état des compartiments fémorotibiaux. En l'absence d'arthrose fémoropatellaire interne (AFPI), 50 % des genoux étaient sains au niveau fémorotibial. En cas d'AFPI, on notait 71 % d'arthrose du compartiment fémorotibial (qu'elle soit interne, externe ou globale) et 29 % de pré-arthrose (interne ou externe) (fig. 5).



**Fig. 5 : Modifications radiologiques fémoropatellaires en fonction des modifications fémorotibiales.**

### Causes de rotule basse

9 patients (9,9 %) présentaient une rotule basse (Index de Caton et Deschamps < 0,8).

2 facteurs étaient associés à la constatation d'une rotule basse : l'immobilisation plâtrée postopératoire (0,047) et l'arthrose fémoropatellaire interne (p<0,001).

### Interventions secondaires

Parmi les patients dont le ménisque médial était sain, 15,9 % ont subi une méniscectomie secondaire sous arthroscopie (tableau 1). 9 ostéotomies tibiales de valgisation ont dû être réalisées. 8 d'entre elles concernaient des patients dont le ménisque médial avait été réséqué avant ou pendant la reconstruction du LCA.

## DISCUSSION

Le taux de révision de 67,6 % (correspondant aux 100 patients étudiés) peut paraître insuffisant surtout si l'on considère que nos patients sont issus d'une population de 410 opérés entre 1978 et 1983. Mais nous avons réussi à obtenir des renseignements pour 89,2 % des 148 patients revus à 11,5 ans et l'objectif que nous nous étions fixé était l'étude du devenir de ces patients-là.

Le meilleur résultat observé concerne la satisfaction subjective. 84 % des patients restent satisfaits ou très satisfaits de l'intervention réalisée 24 ans auparavant.

Le taux de pré-arthrose (IKDC C) et d'arthrose (IKDC D) sont respectivement de 13 % et 9 % à 11,5 ans (total 22 %), 21 % et 20 % à 17 ans (total 44 %), 24 % et 26 % à 24,5 ans de recul (total 50 %) pour les 100 patients étudiés. La comparaison avec d'autres études est difficile car les popula-



tions de patients et les techniques sont souvent très différentes.

Salmon [22] rapporte 21 % de pré-arthrose (pré-A) ou d'arthrose à 13 ans de recul moyen. Drogset [10] rapporte 12,5 % de pré-arthrose (pré-A) ou d'arthrose à 16 ans de recul moyen tandis que Yamaguchi [25], en utilisant une bande de *fascia lata*, rapporte 50 % d'arthrose à 24 ans de recul moyen. Plusieurs auteurs constatent une dégradation du résultat radiologique avec le temps [22-24].

Il est remarquable que les patients qui présentaient des radiographies normales à 11,5 ans (42 %) conservent des radiographies normales à 24,5 ans. Nous avons bien mis en évidence les causes principales d'arthrose dans notre série : les lésions chondrales et les méniscectomies. De nombreuses études arrivent à la même conclusion. Shelbourne et Gray [23] ont identifié dans le même ordre les mêmes facteurs de risque que nous dans une large série à 8 ans de recul moyen.

Lorsque l'on s'intéresse aux reconstructions dans le groupe de patients dont le ménisque médial était intact, nous retrouvons 25 % de pré-arthrose et 11 % d'arthrose (total 36 %). Lorsque le ménisque médial était réséqué, ces taux sont significativement plus élevés : 23 % de pré-arthrose et 40 % d'arthrose (total 63 %). Avec un recul comparable, nos résultats peuvent être comparés à ceux des méniscectomies médiales subtotaux, sur genou instable, rapportés par Neyret [16] avec un recul moyen de 26,5 ans : 87,4 % d'arthrose et 12,6 % de pré-arthrose (total 100 %).

Dans notre série, le délai chirurgical était long et explique le grand nombre de méniscectomies avant ou pendant l'intervention. Les autres séries de la littérature rapportent des taux de lésions méniscales similaires variant de 70 à 93 % après 3 ans d'évolution. Avec 7 méniscectomies médiales secondaires sur 44 ménisques sains (16 %) sur une période de 24,5 ans, la greffe de LCA prouve son

efficacité sur la prévention des lésions du ménisque médial. Cette constatation illustre bien la relation qui existe entre le ligament croisé antérieur et le ménisque médial : le ménisque médial protège la greffe de LCA et la greffe protège le ménisque. La préservation du ménisque interne doit donc être privilégiée. Sur la base de nos résultats, nous pouvons seulement évoquer un effet chondroprotecteur potentiel de la greffe de LCA telle qu'elle était réalisée il y a plus de 20 ans. L'amélioration des techniques de fixation, le positionnement des tunnels, mais aussi les progrès réalisés dans le domaine des greffes méniscales et de la réparation du cartilage nous diront demain si l'arthrose peut être prévenue par la reconstruction du LCA.

Plusieurs auteurs ont rapporté des problèmes fémoropatellaires après greffe du LCA utilisant un greffon os-tendon-os (crépitations, douleurs, limitation de mobilité) [2, 7].

Pinczewski [18] a récemment rapporté 41 % de douleurs lors de la position à genou, 10 ans après l'intervention. Dans notre étude, les douleurs antérieures ne sont qu'un problème mineur. La plupart des patients avaient retrouvé une mobilité normale plus de 20 ans après l'intervention. La perte de mobilité est corrélée avec l'apparition de douleurs antérieures à court terme quels que soient le type de greffe utilisée et les plaintes fémoropatellaires diminueraient après 2 ans [5, 14, 20]. Ceci pourrait expliquer le faible taux de douleurs fémoropatellaires retrouvées à 24,5 ans. Jarvela [13] a trouvé une relation entre les modifications fémoropatellaires radiologiques et le résultat subjectif à 7 ans de recul, mais sans se préoccuper des compartiments fémorotibiaux. Pour nous, les modifications radiologiques fémoropatellaires observées s'inscrivent dans le cadre d'une dégénérescence globale du genou et ne peuvent être rapportées comme une morbidité de la prise de greffe. Par ailleurs, Englund [11] avait constaté que l'arthrose fémoropatellaire co-existait avec l'arthrose fémorotibiale interne 15 à 22 ans après une méniscectomie médiale totale sur genou stable.



Des modifications fémoropatellaires légères ont souvent été rapportées : 26 % pour Salmon [22] à 13 ans de recul et 32 % pour Cohen [7] à 11 ans de recul sans traduction clinique.

Muellner [15] a montré, en mesurant les angles de Merchant pré et postopératoires à 1 an de l'intervention, que la rotule se translatait de 5° en dedans. Nous n'avons pu réaliser une telle étude radiologique car il aurait fallu disposer de radiographies pré et postopératoires réalisées selon un protocole strict. Cependant, cette translation médiale pourrait expliquer les ostéophytes fémoropatellaires internes sans pincement articulaire qui ont été observés dans 29 % des cas de notre série (d'autant plus qu'une section de la partie basse de l'aileron rotulien externe était systématiquement réalisée).

Aglietti [1] observe 32 % de diminution de la hauteur patellaire à 7 ans de recul avec un raccourcissement estimé à 7 % et l'explique

par la cicatrice du tendon rotulien prélevé. Dans notre étude, les modifications radiologiques les plus sévères (IKDC C et D) sont associées à une baisse de la hauteur patellaire sans que l'on puisse savoir si c'est l'arthrose globale du genou qui s'accompagne d'un raccourcissement du tendon ou si ce raccourcissement a favorisé l'arthrose fémoropatellaire.

## CONCLUSION

Nous avons bien mis en évidence les facteurs de risque d'arthrose fémorotibiale que sont les ménissectomies et les lésions chondrales initiales, à la fois pour le compartiment interne et externe du genou. Notre étude met en évidence un taux faible de problèmes fémoropatellaires cliniques et radiologiques à très long terme d'une reconstruction du LCA utilisant le tiers central du tendon rotulien.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AGLIETTI P., BUZZI R., D'ANDRIA S., ZACCHEROTTI G. 1992. Long-term study of anterior cruciate ligament reconstruction for chronic instability using the central one-third patellar tendon and a lateral extra-articular tenodesis. *Am J Sports Med* 20(1):38-45.
- [2] AGLIETTI P., BUZZI R., D'ANDRIA S., ZACCHEROTTI G. 1993. Patellofemoral problems after intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* (288):195-204.
- [3] AGLIETTI P., GIRON F., BUZZI R., BIDDAU F., SASSO F. 2004. 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* 86-A(10): 2143-55.
- [4] AIT SI SELMI T., FITHIAN D., NEYRET P. 2006. The evolution of osteoarthritis in 103 patients with ACL reconstruction at 17 years follow-up. *Knee* 13(5): 353-8.
- [5] BOSZOTTA H., PRUNNER K. 2000. Refilling of removal defects: impact on extensor mechanism complaints after use of a bone-tendon-bone graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 16(2):160-4.
- [6] CHOL C., AIT SI SELMI T., CHAMBAT P., DEJOUR H., NEYRET P. 2002. Devenir à 17 ans de recul des ligamentoplasties du ligament croisé antérieur avec ménisque interne sain ou suturé. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 88(2):157-62.
- [7] COHEN M., AMARO J.T., EJNISMANN B., CARVALHO R.T., NAKANO K.K., PECCIN M.S. *et al.* 2007. Anterior cruciate ligament reconstruction after 10 to 15 years: association between meniscectomy and osteoarthritis. *Arthroscopy* 23(6):629-34.
- [8] DEJOUR H., DEJOUR D., AIT SI SELMI T. 1999. Laxités antérieures chroniques du genou traitées par greffe libre de tendon rotulien avec plastie latérale extra-articulaire. 148 cas revus a plus de 10 ans. *Rev Chir Orthop Réparatrice* 85(8):777-89.

- [9] DEJOUR H., WALCH G., NEYRET P., ADELEINE P. 1988. Résultats des laxités chroniques antérieures opérées. A propos de 251 cas revus avec un recul minimum de 3 ans. *Rev Chir Orthop Reparatrice* 74(7):622-36.
- [10] DROGSET J.O., GRONTVEDT T., ROBAK O.R., MOLSTER A., VISET A.T., ENGBRETSSEN L. 2006. A sixteen-year follow-up of three operative techniques for the treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 88(5): 944-52.
- [11] ENGLUND M., LOHMANDER L.S. 2005. Patellofemoral osteoarthritis coexistent with tibiofemoral osteoarthritis in a meniscectomy population. *Ann Rheum Dis* 64(12):1721-6.
- [12] HENNER J. 2006. Résultats à plus de 15 ans de la reconstruction du ligament antérieur par un procédé associant une plastie intra-articulaire au tendon rotulien à une plastie extra-articulaire externe au tendon quadricepsal, appelé procédé de "Mac Injones". *Thèse médecine Lyon*.
- [13] JARVELA T., PAAKKALA T., KANNUS P., JARVINEN M. 2001. The incidence of patellofemoral osteoarthritis and associated findings 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med* 29(1):18-24.
- [14] MARDER R.A., RASKIND J.R., CARROLL M. 1991. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 19(5):478-84.
- [15] MUELLNER T., KALTENBRUNNER W., NIKOLIC A., MITTLBOECK M., SCHABUS R., VECSEI V. 1999. Anterior cruciate ligament reconstruction alters the patellar alignment. *Arthroscopy* 15(2):165-8.
- [16] NEYRET P., WALCH G., DEJOUR H. 1988. La meniscectomie interne intra murale selon la technique de A. Trillat. Résultats a long terme de 258 interventions. *Rev Chir Orthop Reparatrice* 74(7):637-46.
- [17] PERNIN J. 2006. Devenir à 21 ans de recul minimum de 148 reconstructions du LCA selon la technique d'H. Dejour. *Thèse médecine Angers*.
- [18] PINCZEWSKI L.A., LYMAN J., SALMON L.J., RUSSELL V.J., ROE J., LINKLATER J. 2007. A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial. *Am J Sports Med* 35(4):564-74.
- [19] ROOS E.M., ROOS H.P., LOHMANDER L.S., EKDAHL C., BEYNNON B.D. 1998. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)-development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther* 28(2):88-96.
- [20] RUBINSTEIN R.A. JR, SHELBORNE K.D., VANMETER C.D., MCCARROLL J.C., RETTIG A.C. 1994. Isolated autogenous bone-patellar tendon-bone graft site morbidity. *Am J Sports Med* 22(3):324-7.
- [21] RUIZ A.L., KELLY M., NUTTON R.W. 2002. Arthroscopic ACL reconstruction: a 5-9 year follow-up. *Knee* 9(3):197-200.
- [22] SALMON L.J., RUSSELL V.J., REFSHAUGE K., KADER D., CONNOLLY C., LINKLATER J. et al. 2006. Long-term outcome of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft: minimum 13-year review. *Am J Sports Med* 34(5): 721-32.
- [23] SHELBORNE K.D., GRAY T. 2000. Results of anterior cruciate ligament reconstruction based on meniscus and articular cartilage status at the time of surgery. Five- to fifteen-year evaluations. *Am J Sports Med* 28(4):446-52.
- [24] WU W.H., HACKETT T., RICHMOND J.C. 2002. Effects of meniscal and articular surface status on knee stability, function, and symptoms after anterior cruciate ligament reconstruction: a long-term prospective study. *Am J Sports Med* 30(6):845-50.
- [25] YAMAGUCHI S., SASHO T., TSUCHIYA A., WADA Y., MORIYA H. 2006. Long term results of anterior cruciate ligament reconstruction with iliotibial tract: 6-, 13-, and 24-year longitudinal follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(11):1094-100.







# **RÉSULTAT DES RECONSTRUCTIONS DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR AVEC LE LIGAMENT ROTULIEN SOUS CONTRÔLE ARTHROSCOPIQUE AVEC UN RECVL SUPÉRIEUR À 15 ANS**

*P. CHAMBAT, R. VARGAS, J-M. FAYARD, B. LEMAIRE, B. SONNERY-COTTET*

## **INTRODUCTION**

### ***Historique***

Dans notre expérience, les plasties du ligament croisé antérieur ont débuté à la fin des années 1970. Dans un premier temps, il s'agissait d'une technique baptisée ultérieurement Mac Injohnes avec un prélèvement libre comprenant un fragment osseux de la TTA qui sera fixé dans le tibia, le tiers moyen du tendon rotulien qui sera le ligament croisé antérieur (LCA), une baguette rotulienne qui sera dans le tunnel fémoral et une bandelette du tendon quadricipital qui permettra de réaliser une ténodèse latérale. En 1985, la technique a été modifiée et s'est limitée à une plastie du LCA avec le tendon rotulien. A partir de 1989, cette intervention a été réalisée sous contrôle arthroscopique.

### ***Technique chirurgicale***

Le patient est installé en décubitus dorsal, le pied posé sur un support, le genou fléchi à 90°

de flexion. Un contre appui au niveau de la cuisse évite la rotation externe de la hanche.

Nous débutons par l'arthroscopie qui permet de réaliser le bilan intra-articulaire et de traiter les éventuelles lésions méniscales. Le LCA lésé est réséqué en totalité et nous insistons pour bien visualiser la face axiale du condyle latéral et surtout son bord postérieur qui nous servira de repère. Lorsque cette portion est bien exposée, nous réalisons en premier le tunnel fémoral. Pour ce faire, nous utilisons un guide spécifique (Phusis). Ce viseur est introduit à partir de l'abord arthroscopique médian, passant entre le ligament croisé postérieur et le condyle latéral pour s'accrocher au bord postérieur axial du condyle externe. L'ensemble du viseur est positionné à 9 h 30 pour un genou droit et à 14 h 30 pour un genou gauche. La partie externe du guide et son canon de visée se retrouvent au niveau du condyle externe. Une petite incision cutanée de 2 cm en regard du canon de visée est réalisée, ce qui permet de positionner la broche guide du tunnel fémoral. A partir de cette broche guide, nous forons le tunnel avec des mèches de diamètre croissant, ce qui permet éventuellement de modifier son positionnement.



Le choix de la technique out-side in-side sous contrôle arthroscopique pour réaliser le tunnel fémoral, repose sur notre vécu de la chirurgie du LCA et sur l'anatomie.

*Le vécu* : depuis la fin des années 1970, les reconstructions du LCA se faisaient à ciel ouvert et le passage sous contrôle arthroscopique n'a été qu'une adaptation de la technique préalablement utilisée. Celle-ci a nécessité la création d'un nouveau guide mieux adapté aux repères susceptibles d'être utilisés sous arthroscope et un moyen sûr pour que la baguette osseuse du transplant passe facilement du tunnel fémoral à l'échancrure intercondylienne.

*L'anatomie* : l'insertion fémorale du LCA, du moins ce que nous voulions reconstituer, correspond au faisceau antéro-médian actuel et se situe très postérieur entièrement sur la face axiale du condyle externe, distal et postérieur par rapport à la partie postérieure de la ligne de Blumensaat. Ce point pour nous ne peut être atteint que par un tunnel foré de dehors en dedans [1] ce que confirme Arnold [2].

Le guide tibial est introduit par la voie antéromédiale. Une petite incision cutanée est réalisée en regard du canon de visée, et la broche guide du tunnel tibial doit arriver dans les reliquats du LCA. C'est ensuite le forage tibial avec des mèches de diamètre croissant permettant éventuellement de corriger une erreur de positionnement. L'orifice intra-articulaire se doit d'être le plus antérieur possible, la limite étant la partie antérieure de l'échancrure lorsque le genou est en extension. L'absence de conflit doit être testée en peropératoire avec la mèche utilisée la plus grosse. Il importe de ne pas reculer excessivement ce tunnel, car si cela est bénéfique pour les risques de cyclope, la verticalisation du néo ligament diminue sa qualité mécanique essentielle qui est le contrôle du tiroir antérieur en extension.

Le prélèvement du néo ligament se fait à partir d'une incision cutanée antérieure, médiane,

allant de la pointe de la rotule jusqu'à la tubérosité tibiale antérieure. Le péritendon est incisé longitudinalement et disséqué médialement et latéralement ce qui donne un accès au ligament rotulien. Le prélèvement mesure au minimum 10 mm de large. Il peut être augmenté en fonction de la largeur du ligament patellaire jusqu'à 13 mm. Les prélèvements osseux sur la rotule et la tubérosité tibiale se font avec une scie dans le prolongement des incisions ligamentaires. Les fragments osseux mesurent 15 mm de long et sont calibrés à 9 mm de diamètre au niveau de la rotule et 25 mm de long avec une forme trapézoïdale dans le plan sagittal au niveau du tibia. Le passage se fait de haut en bas, le fragment rotulien en avant. Celui-ci est introduit dans le genou, à la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne à l'aide d'une pince qui le saisit et le pousse à travers le tunnel fémoral. Une fois ce passage réalisé, la progression se fait sans problème. Le fragment tibial qui est plus gros que le tunnel fémoral, se trouve bloqué, sa progression se faisant avec un chasse greffon. Le fragment distal qui se trouve dans le tunnel tibial est bloqué par une vis d'interférence qui était, pour la période qui nous intéresse, métallique. L'intervention se termine par la suture de rapprochement des deux parties du tendon rotulien.

## RÉÉDUCATION

Le protocole de rééducation ne comportait pas d'attelle de maintien en postopératoire et le patient était sans appui pendant 45 jours. Les amplitudes étaient récupérées le plus rapidement possible, en flexion et en extension. Le réveil musculaire se faisait immédiatement avec, cependant, une interdiction de travailler le quadriceps en chaîne ouverte. A 3 mois postopératoires, débutait une activité sportive dans l'axe. A 5 mois postopératoires, en fonction de la qualité sportive du patient, débutait un travail plus complexe associant l'agilité, les sauts et le renforcement muscu-



laire, le tout étant surveillé par un préparateur physique. Si le patient n'était pas intégré dans une activité sportive de bon niveau, cette phase était retardée de 1 mois. Elle pouvait être réalisée par le patient lui-même avec une certaine prudence et beaucoup de concentration pour ce qui concerne les exercices. La reprise de l'entraînement était prévue au 7<sup>e</sup> mois et ce de façon progressive.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Depuis 1989, la technique, que nous utilisons pour les reconstructions du LCA, n'a pas évolué. Les temps d'apprentissage étant longs, nous avons voulu revoir les malades opérés à une période où les gestes chirurgicaux sous arthroscopie étaient bien réglés. Ainsi, nous avons voulu revoir les patients ayant eu une reconstruction du LCA, sous contrôle arthroscopique, opérés pendant l'année 1992.

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 240 interventions.

Tous ont été convoqués à l'exception de ceux habitant à l'étranger au nombre de 26. Pour 70 patients, il y a eu un retour de courrier avec la mention "n'habite pas à l'adresse indiquée".

144 patients semblent donc bien avoir reçu le courrier mais 57 seulement se sont manifestés.

## RÉSULTATS

Notre étude porte donc sur ces 57 cas. Elle comporte 35 hommes (60 %) et 22 femmes (40 %).

L'âge moyen au moment de la chirurgie est de 26 ans avec des extrêmes de 15 et 47 ans. Selon les critères d'inclusion, aucun genou n'avait préalablement été opéré pour le LCA.

Le délai accident chirurgie est en moyenne de 21,9 mois (de 15 jours à 241 mois).

6 malades avaient eu antérieurement un geste sur le ménisque médial ou latéral.

En peropératoire, outre le ligament croisé antérieur, 4 malades ont eu un geste sur le ménisque médial. 4 malades ont eu une ménissectomie secondaire et 3 malades ont été opérés pour un flexum résiduel en rapport avec un cycloped. 17 malades ont une rupture bilatérale. 8 sont survenues avant et 9 après le geste chirurgical pour lequel le patient a été revu. Le délai chirurgie révision est en moyenne de 182 mois (plus de 15 ans). L'âge au moment de la révision est en moyenne de 40 ans (de 31 ans à 62 ans). La révision a été réalisée par un examinateur indépendant, elle comportait l'examen clinique évalué par les fiches IKDC, qui donnent le résultat objectif et subjectif, la mesure de la laxité avec le Rollimeter (Aircast) et le Telos radiologique, un bilan radiologique complet (appuis monopodaux en extension et à 30° de flexion, Profil à 30°, vue aérienne des 2 rotules).

**Les amplitudes articulaires :** 91 % ont un déficit relatif par rapport au côté opposé inférieur à 3° et 9 % ont un déficit compris entre 3 et 5°.

**La laxité clinique :** 95 % des patients présentent un arrêt dur et 5 % un arrêt mou. 68 % n'ont pas de test dynamique positif en rotation interne et 25 % présentent un test légèrement anormal. 5 % ont un ressaut net et 2 % un ressaut explosif.

**La laximétrie instrumentale :** La mesure clinique instrumentale a été réalisée il y a 15 ans avec le KT1000 alors que c'est le Rollimeter qui a été utilisé à la révision. Seules ont été retenues les mesures effectuées avec la force "manuelle maximum". Seuls 40 patients sont utilisables puisque c'est la différentielle qui nous intéresse. Si en préopératoire la laxité moyenne différentielle est de 5,5 mm, elle est en postopératoire en



moyenne de 1,8 mm. En ce qui concerne le Telos elle est de 10,1 mm en préopératoire contre 3,6 mm en postopératoire. Les résultats de ces 2 mesures sont objectivement différents mais les courbes de ces résultats sont parallèles.

**La radiologie :** 49 malades (86 %) ont des radios strictement normales. 5 patients (9 %) présentent un remodelé arthrosique (2 du côté latéral et 3 du côté médial). 3 malades présentent des vrais signes d'arthrose avec pincement articulaire net. A noter une seule arthrose fémoro-patellaire chez 1 patient présentant un remodelé arthrosique médial.

**IKDC objectif :** A la révision, 25 patients (43 %) sont classés A, 23 patients (40 %) sont classés B, 6 patients (10 %) sont classés C et 3 patients (5 %) sont classés D.

**IKDC subjectif :** Le résultat moyen a été évalué à 85,8 sur 100. 1 seul malade qui présente une arthrose fémoro-tibiale médiane a, dans cette série, un score très médiocre à 33.

## DISCUSSION

Les résultats à long terme des plasties du LCA sous contrôle arthroscopique sont rares dans la littérature, et aucune étude avec un recul supérieur à 15 ans n'a encore été publiée. Bien que notre pourcentage de révision soit faible, cette étude préliminaire nous permet de nous faire une certaine opinion quant à l'intérêt qu'il y a à réaliser les reconstructions du LCA sous contrôle arthroscopique.

**Résultat global :** Si nous évaluons les résultats selon les fiches IKDC, les résultats objectifs, malgré le recul, sont bons puisque 83 % des patients sont étiquetés excellent ou bon. Pour ces patients, les résultats semblent stables avec le temps. En ce qui concerne les résultats subjectifs, les résultats moyens sont bons (85,8/100). 5 patients seulement ont un

score inférieur à 75. Ces résultats sont à rapprocher de ceux donnés par Salmon (reconstruction sous contrôle arthroscopique) [4] qui, à 13 ans postopératoire donne 80 % de résultats excellents ou bons, ces pourcentages étant inchangés entre 8 ans et 13 ans de recul.

**Résultats sur la laxité :** En ce qui concerne le Lachman clinique, 3 patients (5 %) présentent un arrêt mou signant un échec de la plastie. Un seul patient relate un traumatisme avec sensation de craquement. Quant aux résultats sur les tests dynamiques, ils sont excellents avec 68 % des patients considérés comme normaux. 25 % présentent une amorce de ressaut, mais il faut noter que cela ne correspond pas à une sensation anormale de la part du patient qui ne reconnaît pas ce léger glissement du compartiment latéral. 7 % présentent un ressaut net pathologique. Pour Salmon [4], à 13 ans, 69 % des genoux sont normaux quant au ressaut. Il note une légère amélioration du pourcentage avec le temps, ce qui peut correspondre à l'évolution de l'arthrose qui enraidit le genou, donc diminue les possibilités de ressaut.

Pour la laximétrie instrumentale qui prend en compte la différentielle par rapport au côté controlatéral si celui-ci est sain, seulement 40 malades peuvent être utilisés. 28 genoux (70 %) sont classés A avec une différentielle inférieure à 2 mm. 11 genoux sont classés B (27 %) avec une différentielle comprise entre 3 et 5 mm. 1 patient est classé D. Pour les 17 patients ayant un problème sur les 2 genoux, en admettant que la laxité du genou controlatéral soit à 0 mm, ce qui est l'hypothèse la plus pénalisante, il faudrait classer 2 genoux A, 10 genoux B, 5 genoux C, aucun genou D. Ces résultats sont un peu meilleurs que ceux de Salmon (4) qui à 13 ans a 60 % (contre 68 %) de genoux classés A, et qui note une dégradation avec le temps puisqu'il y avait 67 % classés A à 7 ans.

Il existe une corrélation entre la laximétrie instrumentale et le ressaut en rotation et ce,

de façon significative. Les genoux avec une absence de ressaut ont une différentielle moyenne de 1,1 mm, ceux qui présentent une amorce de ressaut ont une différentielle moyenne de 2,3 alors que ceux qui ont un vrai ressaut ont une différentielle moyenne de 3,6.

Les ménisectomies semblent influencer, mais de façon non significative, les résultats des laximétries puisque les genoux ménisectomisés ont une différentielle de 1,7 mm contre 2,6 mm pour les genoux sans lésion méniscale. Il est à noter que seulement 14 patients ont eu un geste sur les ménisques (6 avant la reconstruction du LCA). Salmon (4) pour sa part, indique qu'une ménisectomie augmente la laxité et le risque de rerupture, en modifiant les contraintes au niveau de la greffe.

**Lésions dégénératives :** A 13 ans, 84 % des patients ne présentent aucune lésion arthrosique au niveau de la fémoro-patellaire ou de la fémoro-tibiale. 7 % présentent un remodelé arthrosique sans diminution du stock cartilagineux, 2 % présentent une usure inférieure à 50 % de l'épaisseur cartilagineuse et 4 % une arthrose sévère. Ces chiffres sur l'arthrose vraie [9] sont meilleurs que ceux de Salmon qui à 13 ans avec un geste sous arthroscopie retrouve 37 % d'arthrose avec une dégradation dans le temps. Si nous considérons les autres études correspondant à des gestes réalisés à ciel ouvert avec un recul à peu près identique, les résultats sur l'arthrose sont moins bons également puisque Lerat [5] retrouve 24 % d'arthrose avec un recul de 10 à 16 ans, Aït Si Selmi [6] 27 % à 17 ans et Cohen [7] 82 % avec un recul de 10 à 15 ans. Etant donné le faible pourcentage de troubles dégénératifs, nous n'avons pas trouvé de corrélation concernant le rôle des lésions méniscales ou cartilagineuses comme le décrit dans le déclenchement de l'arthrose Schelbourne [8]. Il est à noter que le pourcentage de ménisectomie quel que soit le moment où elle a été prati-

quée par rapport à la reconstruction est de 24 %. Il est faible comparé aux chiffres de Lerat [5] qui note 61 % de lésions méniscales médiales et 26 % de lésions méniscales latérales, et aux chiffres de Aït Si Selmi [6], 66 % de lésions méniscales médiales. Ces différences, quant aux lésions méniscales, sont dues au délai "accident-chirurgie" qui est plus long dans les séries préalablement citées que dans notre série (22 mois) à l'exception de Cohen [7] qui, avec un délai accident-chirurgie de 16 mois, retrouve 63 % de lésions méniscales en peropératoire et 84 % d'arthroses à la révision.

## CONCLUSION

Cette série qui correspond à des patients ayant été opérés avec la même technique que celle utilisée actuellement, nous permet d'affirmer que le résultat sur la laxité est bon avec 68 % de genoux "normaux" et 25 % ayant une amorce de ressaut, la laxité différentielle moyenne étant de 1,8 mm. Ce sont ces 25 % qui font discuter la nécessité de rajouter une plastie antéro-latérale, ce qui est testé depuis de nombreuses années où d'ajouter à ce faisceau antéro-médial, un faisceau postéro-latéral ce qui est en cours d'évaluation. Une autre option que celle présentée ici doit être évaluée également en fonction de nos résultats sur l'arthrose qui est bon également (84 % de genoux "normaux" à 15 ans). Ces données concernant les lésions dégénératives sont à rapprocher des faibles délais accident-chirurgie, du faible pourcentage de lésions méniscales. Un geste chirurgical sous arthroscopie peut également avoir une part non négligeable dans la qualité de ces résultats.

Il s'agit d'une étude qui devra être augmentée quant au nombre de patients revus mais elle nous semble déjà encourageante.



**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] GAROFALO R., MOUHSINE E., CHAMBAT P., SIEGRIST O. 2006. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: The two incisions technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 14 :510-6.
- [2] CHAMBAT P., VERDOT F.X. Reconstruction du LCA avec un tunnel fémoral de dehors en dedans. In *Arthroscopy. Société française d'arthroscopie. Elsevier Franck A, Dorfmann H.*
- [3] ARNOLD M.P., KOOLOOS J., VAN KAMPEN A. 2001. A single incision technique misses the anatomic femoral cruciate ligament insertion: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy.* 9: 194-199.
- [4] SALMON L., RUSSELL V., REFSHAUGE K., KADER D., CONNOLLY C., LINKLATER J., PINCZEWSKI L. 2006. Long-term Outcome of Endoscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autograft. *The American Journal of Sports Medicine.* 34: 721-732.
- [5] LERAT J.L., CHOTEL F., BESSE J.L., MOYEN B., BINET G., CRAVIARI T., BRUNET GUEDJ E., ADELEINE P., NEMOZ J.C. 1998. Les résultats après 10 ou 15 ans du traitement de la laxité chronique antérieure du genou par une reconstruction du ligament croisé antérieur avec une greffe de tendon rotulien associée a une plastie extra-articulaire externe. *Revue de chirurgie orthopédique* 84, 712-727.
- [6] AÏT SI SELMI T., FITHIAN D., NEYRET P. 2006. The evolution of osteoarthritis in 103 patients with ACL reconstruction at 17 years follow-up. *The Knee.* 13 : 353-358.
- [7] COHEN M., AMARO J.T., EJNISSMAN B., CARVALHO R.T., NAKANO K.K., PECCIN M.S., TEIXEIRA R., LAURINO CFS, ABDALLA R.J. 2007. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction After 10 to 15 Years: Association Between Meniscectomy and Osteoarthritis. *Arthroscopy. The Journal of Arthroscopic and related Surgery,* 23 : 629-634.
- [8] SCHELBOURNE K.D., GRAY T. 2000. Results of anterior cruciate ligament reconstruction based on meniscus and articularcartilage status at the time of surgery. *The American Journal of Sports Medicine.* 28: 446-452.



# **RECONSTRUCTION DU LCA AVEC OU SANS RETOUR EXTERNE. ETUDE COMPARATIVE AVEC DES TESTS OBJECTIFS ET SUBJECTIFS**

*F. LAVOIE, C. GUIER, T. BRANCH, S. LUSTIG, PH. NEYRET*

## **INTRODUCTION**

La réalisation d'une plastie extra-articulaire antéro-externe isolée pour le traitement d'une laxité antérieure s'est révélée inefficace, voire délétère en terme d'arthrose [4, 6, 8]. La combinaison de ce geste associé à la greffe du LCA reste par contre discutée et plusieurs études par le passé ont cherché à montrer la supériorité des reconstructions simple faisceau du LCA associées à une plastie extra-articulaire [2, 3, 5, 7]. L'étude, dont nous présentons les résultats, présente l'originalité d'utiliser un prototype mesurant les moments de torsion (Robotic Tibial Axial Rotation Testing system), permettant d'évaluer l'amplitude de rotation axiale tibiale. Son but est d'évaluer l'influence à long terme d'une plastie antéro-externe associée à une greffe utilisant le tiers moyen du tendon rotulien dans le traitement des laxités antérieures chroniques.

## **MATÉRIELS ET MÉTHODE**

### **Population**

19 patients (appartenant à la série rapportée lors des Journées du Genou de 2002 [1]) ont

été inclus dans cette étude (13 hommes et 6 femmes). Le recul moyen depuis l'intervention était de 9 ans et 6 mois (min 8,25 ans – max 19,75 ans). 7 patients avaient été opérés d'une reconstruction du LCA avec un transplant prélevé sur le tendon rotulien homolatéral (KJ). 12 patients avaient été opérés selon la même technique à laquelle était associée un retour externe réalisé avec le tendon du droit interne homolatéral (KJT). L'âge moyen des patients lors de la révision était de 39 ans (min 26 ans – max 50 ans), pour une taille de 1,73 m (min 1,60 – max 1,83) et un poids de 71 kg (min 55 – max 95). Il y avait 13 genoux gauches et 6 genoux droits. Les deux populations (KJ-KJT) étaient comparables sur le plan démographique. Lors de l'intervention initiale, 4 KJT (57 %) et 5 KJ (42 %) avaient eu une méniscectomie interne et 2 KJ-T (28 %) et 2 KJ (16 %) avaient eu une méniscectomie externe. Lors de la révision, 1 KJ-T (14 %) et 2 KJ (17 %) présentaient une atteinte dégénérative d'au moins un compartiment. La flexion moyenne était de 150° (135° à 160°). Le déficit d'extension moyen était de 0,26° (0 à 3°).

### **Technique**

Parmi ces 19 patients, 7 ont eu une greffe isolée utilisant le tiers moyen du tendon



rotulien sous arthroscopie (groupe KJ). Il s'agissait de la technique habituelle de dehors en dedans. Une fixation fémorale était assurée par impaction du bloc osseux à destinée fémorale dont la découpe était trapézoïdale. La fixation tibiale était assurée au moyen d'une vis d'interférence résorbable (Phusis), associée à une fixation par fil métallique appuyé sur une vis corticale.

Les 12 autres patients bénéficiaient de la même technique associée à une plastie antéro-externe utilisant soit le demi-tendineux, soit le droit interne (groupe KJT). Le tendon de la patte-d'oie a été prélevé au moyen d'un stripper fermé à partir de la berge inférieure de l'incision. Les 2 extrémités libres étaient faufilees. Le tendon était ensuite passé à travers la baguette osseuse (à destinée fémorale) du greffon rotulien préalablement percé à la mèche 4,5. La fixation fémorale du demi-tendineux s'effectuait lors de l'impaction de la baguette fémorale dans le tunnel condylien. L'orifice externe du tunnel fémoral coïncidait avec le sommet de l'angle dièdre, entre le ligament latéral externe et le jumeau latéral. Les 2 extrémités libres étaient passées sous le ligament latéral externe, leur fixation distale étant transosseuse au moyen d'un tunnel réalisé de part et d'autre du Gerdy. Cette plastie reproduisait le trajet de la plastie de Lemaire et était tendue à 30° de flexion et en rotation neutre.

## Méthode

Tous les patients étaient revus cliniquement et évalués à l'aide des scores subjectifs (IKDC, Visual Analog Score et KOOS). Pour chaque patient, les deux genoux étaient évalués à l'aide du KT1000. Le test de Lachman-Trillat et le ressaut étaient testés. Un déficit d'extension et de flexion était recherché par rapport au genou controlatéral.

Pour chaque patient, les 2 genoux étaient évalués à l'aide d'un prototype (développé par T Branch MD.) mesurant les moments de torsion (Robotic Tibial Axial Rotation

Testing system), permettant d'évaluer l'amplitude de rotation axiale tibiale possible dans le genou (sain ou opéré).

## RÉSULTATS

### Scores subjectifs

Aucune différence significative n'était retrouvée entre les deux groupes (KJ-KJT).

### Tests Manuels

Il n'y avait aucune différence significative entre les 2 groupes en comparant les différents tests manuels : pivot shift, Lachman et KT-1000.

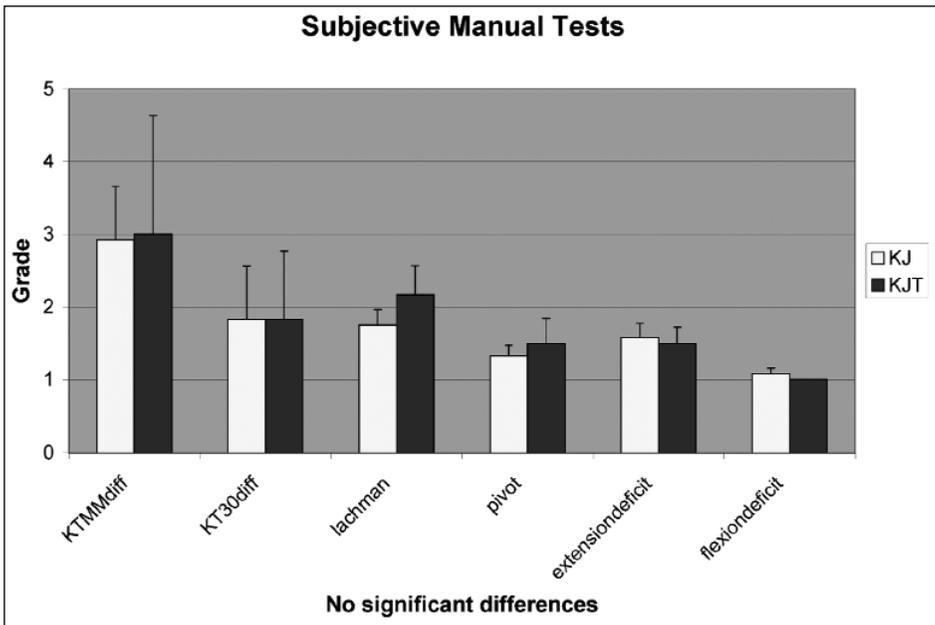
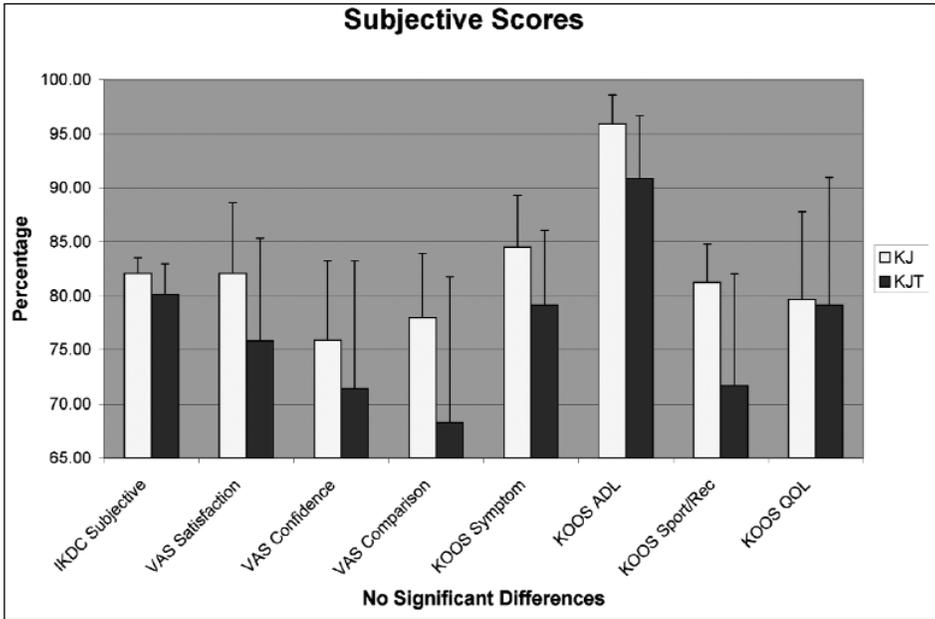
### Rotation axiale tibiale

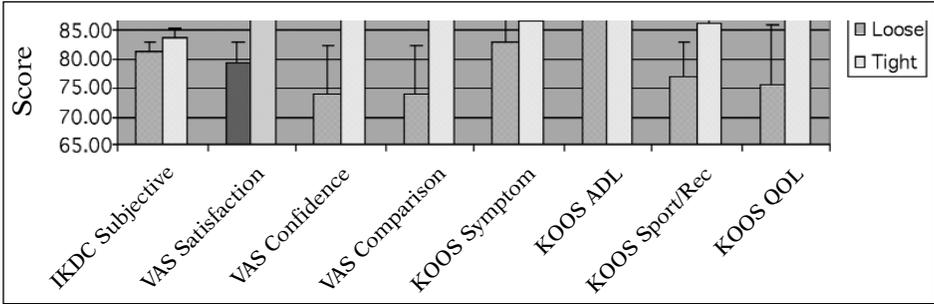
Les paramètres rotationnels étaient étudiés pour 16 patients. Aucune différence significative n'était retrouvée entre les deux groupes (KJ-KJT).

Une analyse des caractéristiques rotationnelles a été réalisée en considérant les 16 genoux opérés d'une reconstruction du LCA à 8 ans de recul.

Les patients étaient ainsi répartis en 2 groupes : un groupe de genoux "laxes" en rotation et un groupe de genoux "serrés" en rotation. Quand ces deux groupes sont comparés en utilisant le score IKDC subjectif, le score VAS et le score KOOS, les résultats sont meilleurs dans le groupe "serré".

En comparant les courbes des **genoux non opérés**, les patients étaient également répartis en 2 groupes "laxes" et "serrés" en rotation. Quand ces deux groupes sont comparés en utilisant le score IKDC subjectif, le score VAS et le score KOOS, les résultats sont meilleurs dans le groupe "serré".





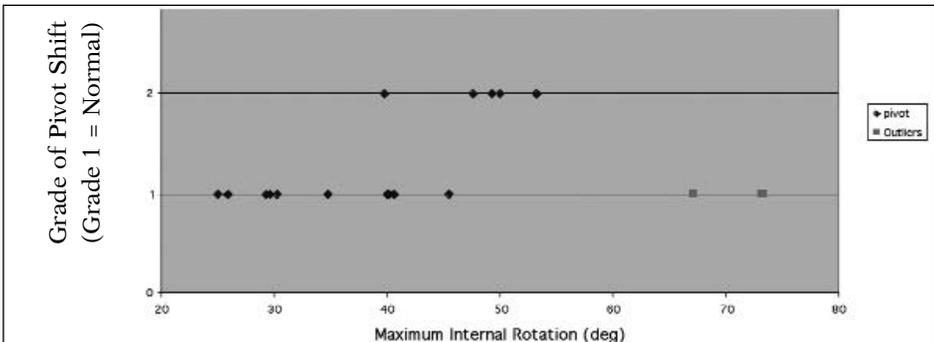
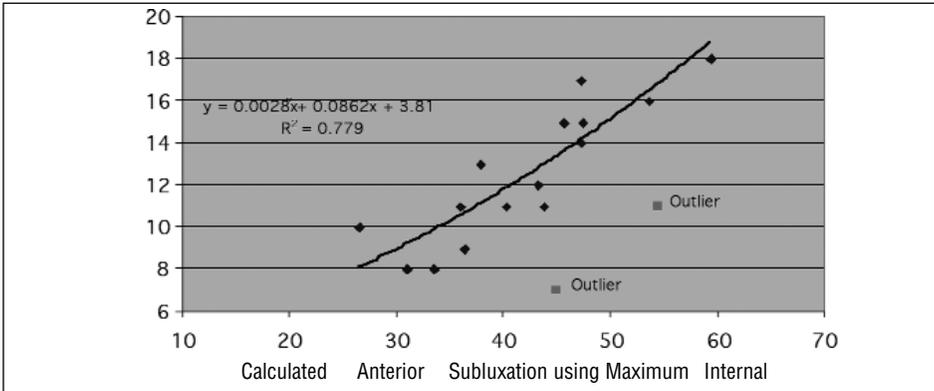
Solid Colors are statistically significant

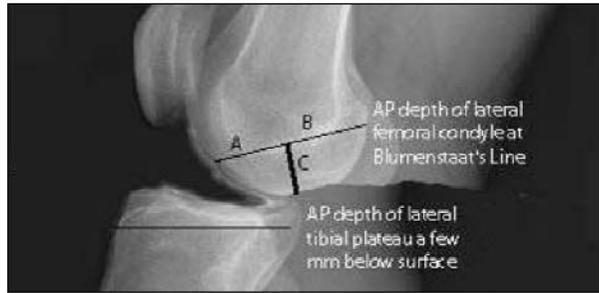
## ANALYSE DU PIVOT SHIFT *Rotation interne*

### *Translation antérieure*

La translation antérieure max du genou opéré évaluée à l'aide du KT 1000 était corrélée avec la rotation interne maximale évaluée à l'aide du Robotic Tibial Axial Rotation Testing system.

Le grade du pivot shift pouvait également être corrélé avec la rotation interne maximale évaluée à l'aide du Robotic Tibial Axial Rotation Testing system.





**Fémoro-tibial Mismatch**

Les dimensions du fémur et du tibia étaient mesurées sur la radio de profil en appui monopodal.

On définissait le “Knee Size Ratio” (KSR) = taille fémorale/taille tibiale, avec :

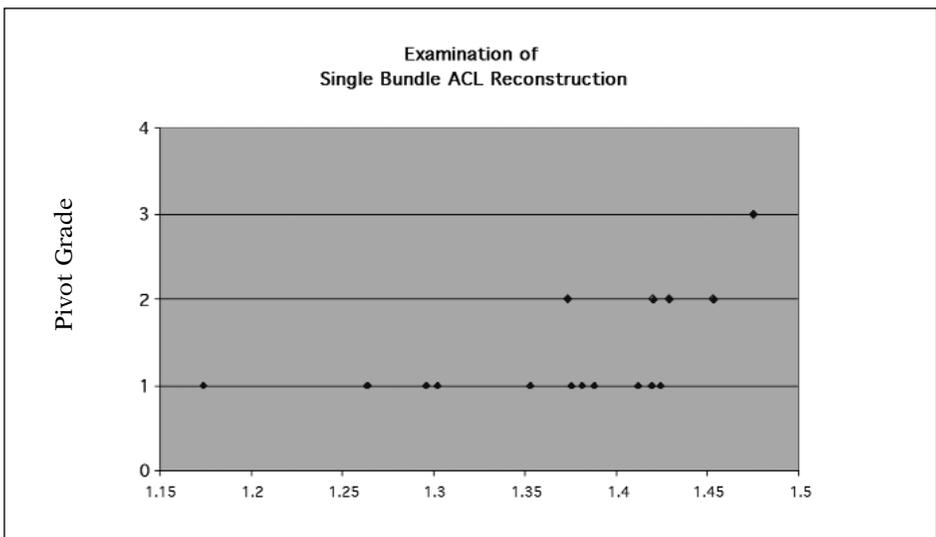
- Taille fémorale (condyle externe) = A + B + C
- Taille tibiale = distance antéro-postérieure au niveau sous-chondral.

On définissait le fémoro-tibial Mismatch quand KSR (Knee Size Ratio) > 1.4

On retrouvait une corrélation entre le grade du pivot shift et le “Knee Size Ratio”.

**Grade du Pivot Shift**

Ainsi, d’après les résultats de ces 3 analyses, le grade du Pivot Shift semble être fonction



de la translation tibiale antérieure couplée à la rotation interne du tibia et au fémoro-tibial Mismatch.

## DISCUSSION

La première constatation de cette étude à **9 ans de recul** est que l'on ne retrouve pas de contribution significative de la ténodèse extra-articulaire associée à une reconstruction simple faisceau du LCA, en terme d'évaluation subjective ou objective des résultats. Ceci ne préjuge pas de l'efficacité à court terme. D'autre part, les effectifs sont suffisamment faibles pour que l'hypothèse nulle ne puisse être retenue.

La seconde constatation est que en cas de genou sain (controlatéral au genou opéré) "laxe" en rotation interne, cela peut prédire un résultat insuffisant d'une reconstruction simple faisceau du LCA du genou atteint. Cela peut s'expliquer par le fait que les genoux qui ont pour caractéristique une résistance naturelle à la rotation interne vont protéger leur reconstruction lors de leur fonction quotidienne et prévenir une distension éventuelle de la greffe. A l'inverse, les genoux "laxes" en rotation sont à risque, et on pourrait proposer

pour ces patients d'associer une ténodèse extra-articulaire à la reconstruction mono-faisceau intra-articulaire, au moins pour un effet à court et moyen terme.

Enfin, la translation antérieure et la rotation interne ont un impact sur le grade du pivot shift. De plus, il semble qu'un fémur de taille importante (par rapport au tibia) soit un facteur de risque de développer un pivot shift de grade élevé.

## CONCLUSION

Les genoux laxes prédisent un faible résultat après chirurgie du LCA. Il serait sans doute utile de réaliser en plus chez ces patients une ténodèse extra-articulaire lors de la reconstruction du LCA, même si son utilité par rapport à une plastie intra-articulaire isolée n'a pu être montrée dans cette étude. Ces études mériteraient d'être réalisées pour les reconstructions du LCA à 2 faisceaux.

Enfin, les constatations sur les caractéristiques morphométriques fémoro-tibiales peuvent peut-être expliquer le risque de rupture controlatérale du LCA chez certains patients.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AIT SI SELMI T., FABIE F., MASSOUH T., POURCHER G., ADELEINE P., NEYRET P. 2002. Greffe du LCA au tendon rotulien sous arthroscopie avec ou sans plastie antéro-externe. Etude prospective randomisée de 120 cas. *10<sup>e</sup> Journée Lyonnaise de Chirurgie du Genou.* 221-224.
- [2] CLADIERE F. 2000. Etude comparative de la reconstruction du ligament croisé antérieur isolée ou associée à une plastie extra-articulaire externe. *Thèse Médecine Lyon.*
- [3] DEJOUR H., DEJOUR D., AITSISELMI T. 1999. Laxités antérieures chroniques du genou traitées par greffe libre de tendon rotulien avec plastie latérale extra-articulaire. 148 cas revus à plus de 10 ans. *Rev. de Chir. Orthop.* 85 : 777-789.
- [4] DRAGANISH L.F., REIDER B., MILLER P.R. 1989. An in vitro study of the Muller anterolateral femorotibial ligament tenodesis in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Am J. Sports. Med.* 17 : 357-362.
- [5] LERAT J.L., CHOTEL F., BESSE J.L., MOYEN B. 1998. Les résultats après 10 à 16 ans du traitement de la laxité chronique antérieure du genou par une reconstruction du ligament croisé antérieur avec une greffe de tendon rotulien associée à une plastie extra-articulaire externe. A propos de 138 cas. *Rev. chir. Orthop.* 84 : 712-727.
- [6] NEYRET P., PALOMO J.R., DONELL S.T., DEJOUR H. 1994. Extra articular tenodesis for anterior cruciate ligament rupture in amateur skiers. *Br. J. Sports Med.* 28 : 31-34.
- [7] O'BRIEN W.R., WARREN R.F., WICKEWICZ T.L. *at al.* 1991. The ilio-tibial band lateral sling procedure and its effect on the results of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.* 19 : 21-25.
- [8] VAIL T.P., MALONE T.R., BASSET F.H. 1992. Long term functional results in patients with anterolateral rotatory instability treated by iliotibial band transfer. *Am J Sports med.* 20 : 274-282.





# ***INFLUENCE DE LA PENTE TIBIALE ET DE LA TAILLE DE L'ÉCHANCRURE INTERCONDYLIENNE DANS LES RUPTURES DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR***

*TH. CUCURULO, J-M. FAYARD, M. BONNIN, P. CHAMBAT*

Les facteurs de risques prédisposant à la rupture du ligament croisé antérieur sont multiples, incluant des facteurs intrinsèques liés à l'anatomie propre du genou lésé et des facteurs extrinsèques relatifs au type de sport pratiqué, à l'équipement utilisé au cours de la pratique sportive, à la condition et à la préparation physiques de l'athlète.

Les techniques de reconstruction anatomique du ligament croisé antérieur sont actuellement fiables, améliorées ces dernières années par une meilleure précision de la position du transplant grâce à l'arthroscopie et par les progrès effectués dans la prise en charge postopératoire, la rééducation et la préparation à la reprise sportive. Ainsi, la rupture du ligament croisé antérieur n'est aujourd'hui plus synonyme d'arrêt de la pratique sportive ni de la compétition, et nombre d'athlètes continuent de progresser après réfection du ligament croisé antérieur. Néanmoins, la survenue d'une lésion du ligament croisé antérieur du genou controlatéral d'une part, et la possibilité d'une rupture itérative du transplant malgré un positionnement correct d'autre part, soulèvent l'hypothèse de facteurs anatomiques, non ou par-

tiellement corrigés par la chirurgie, prédisposant à la rupture du ligament croisé antérieur ou de son substitut.

L'étude anatomique et biomécanique du genou dans la littérature révèle deux facteurs anatomiques principaux nuisibles au ligament croisé antérieur : l'échancre intercondylienne qui constitue l'environnement ostéocartilagineux du ligament croisé antérieur, et la pente tibiale osseuse qui favorise la subluxation tibiale antérieure et s'oppose ainsi à la résistance du LCA. Le but de ce travail est d'étudier sur des radiographies et IRM de genoux la mesure de la pente tibiale et la largeur de l'échancre intercondylienne en fonction de la présence ou non d'une lésion du ligament croisé antérieur.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

50 genoux (*groupe 1*) ont été examinés en consultation pour rupture du ligament croisé antérieur et 50 genoux (*groupe 2*) pour des douleurs du genou sans rupture du ligament



croisé antérieur (pathologie méniscale, syndrome fémoro-patellaire). Aucun de ces 100 genoux n'avait de signe radiographique d'arthrose et aucun n'avait subi d'intervention chirurgicale préalable.

Toutes les ruptures du ligament croisé antérieur des patients du groupe 1 étaient récentes (évolution au moment de l'étude inférieure à un an) et unilatérales.

Il s'agissait de 69 hommes (36 dans le groupe 1 ; 34 dans le groupe 2) et de 31 femmes (14 dans le groupe 1 ; 17 dans le groupe 2).

L'âge moyen des patients était de 36,0 ans (déviatoin standard 14 ,6 ; minimum 14 ; maximum 70). L'âge moyen des patients du groupe 1 est de 27,3 ans (déviatoin standard 8,9 ; minimum 14 ; maximum 55). L'âge moyen du groupe 2 est de 44,8 ans (déviatoin standard 13,9 ; minimum 16 ; maximum 70).

Dans le groupe 1, les patients ont été différenciés en fonction du mécanisme de rupture du ligament croisé antérieur. La majorité des patients ont eu une rupture de leur ligament croisé antérieur suite à un traumatisme du genou sans contact (35 patients, dont la majorité est liée à un accident survenu au cours de la pratique du ski), 15 patients ont eu une rupture de LCA suite à un traumatisme du genou avec contact (dont 3 lors d'un accident de la voie publique).

La répartition des patients selon la taille était homogène dans les deux groupes.

Les 100 tibias ont été étudiés selon le même protocole radiographique standard.

Tous ont été radiographiés en radiologie conventionnelle de face, de profil en appui monopode et en schuss de face afin de s'assurer de l'absence de signes radiographiques d'arthrose.

De plus, tous ont été radiographiés en décubitus latéral sous contrôle scopique préalable afin de s'assurer de la superposition des

condyles fémoraux, la face latérale de la jambe au contact de la cassette. Le cliché analysait la totalité du squelette jambier de profil.

Nous avons toléré un décalage de 5 mm entre le bord postérieur des condyles fémoraux à l'instar de Julliard qui avait montré l'absence de différence significative des mesures de pente tibiale lorsque le décalage n'excédait pas 5 mm [1].

Les méthodes de mesure ont été effectuées manuellement par le même observateur sur les 100 clichés de tibia entier de profil.

La pente tibiale a été mesurée selon quatre manières différentes comme le proposent les différents auteurs.

Dans les quatre mesures, la tangente aux sommets des bords antérieur et postérieur du plateau tibial interne a été pris comme référence, l'angle de la pente tibiale ayant été calculé entre cette tangente au plateau tibial et un axe tibial qui seul diffère.

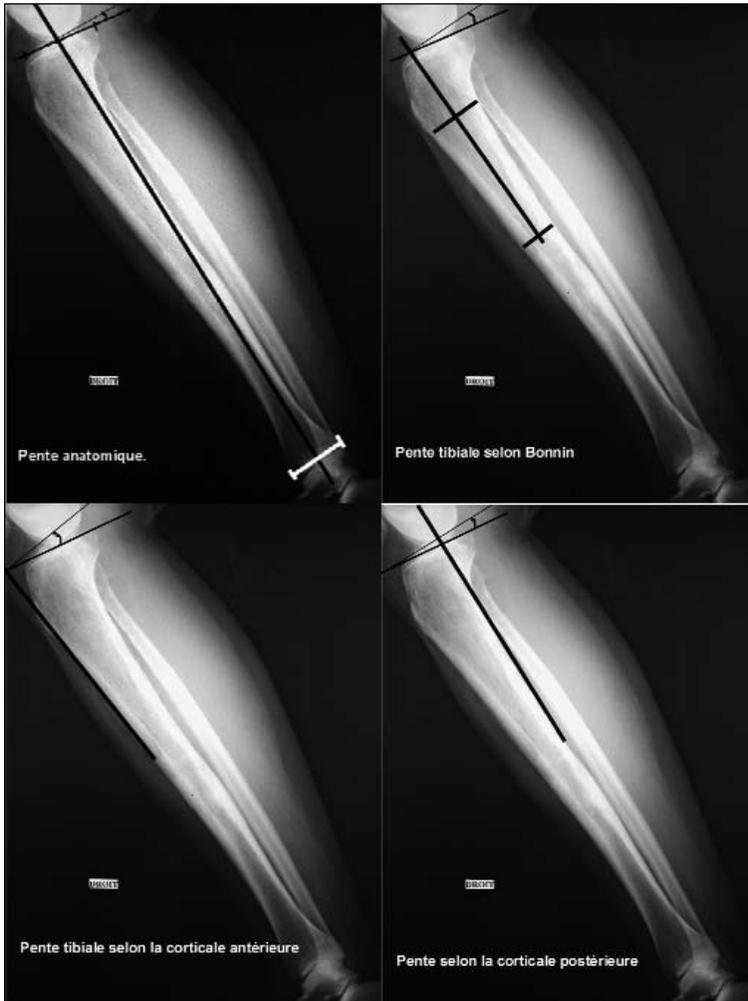
Les axes tibiaux tracés ont été :

- la corticale antérieure du tibia sous la tubérosité tibiale antérieure,
- la corticale postérieure du tibia sous sa concavité postérieure proximale,
- la bissectrice des corticales antérieure et postérieure de la diaphyse tibiale tracée entre deux points, l'un à la partie inférieure de la tubérosité tibiale antérieure et l'autre 10 cm sous celle-ci,
- l'axe passant par le milieu du plateau tibial interne et le milieu de la poulie astragaliennne.

De ces quatre axes nous avons pu calculer quatre pentes tibiales (fig. 1) entre la tangente au plateau tibial interne et la perpendiculaire à l'axe tibial choisi, et que nous avons respectivement appelées :

- pente tibiale selon la corticale antérieure,
- pente tibiale selon la corticale postérieure,
- pente tibiale selon Bonnin,
- pente tibiale anatomique.





**Fig. 1 : Les 4 méthodes de mesure de la pente tibiale.**

Les 100 épiphyses fémorales ont été étudiées selon le même protocole radiographique en IRM.

Toutes ont eu une IRM, genou en extension, patient couché, et reconstruites en séquence T1 et T2, avec des coupes millimétriques frontales et horizontales orthogonales à l'échancrure intercondylienne.

L'étude IRM a par ailleurs confirmé le diagnostic clinique de rupture complète et iso-

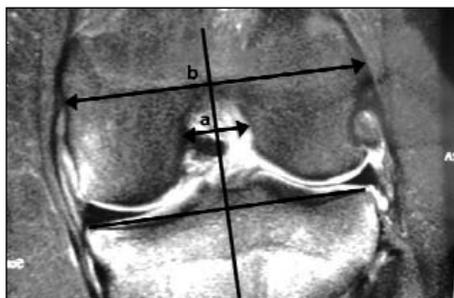
lée du ligament croisé antérieur sur les 50 genoux du groupe 1.

Nous nous sommes inspirés des méthodes de mesure de Souryal [2] pour mesurer la taille de l'échancrure intercondylienne (largeur de l'épiphyse fémorale divisée par la largeur de l'échancrure intercondylienne), définissant ainsi le *Notch Witch Index* (NWI) en dehors du fait que nos mesures portent sur des clichés IRM et non sur des clichés standards en schuss.

Nous avons sélectionné pour chaque genou étudié, la coupe coronale IRM passant par la fossette du poplité.

Nous avons ensuite calculé le NWI en divisant la largeur en millimètre de l'échancrure intercondylienne passant par le centre de l'échancrure et orthogonal à l'axe du tibia (a) par la largeur en millimètre de l'épiphyse fémorale passant par la tangente au toit de l'échancrure et orthogonal à l'axe du tibia (b) (fig. 2).

Nous avons utilisé le test *t* de Student pour comparer les moyennes observées dans deux échantillons de petite taille (au moins 1 inférieur à 30), et le test de *r* en Z pour comparer les moyennes observées dans deux échantillons de taille supérieure ou égale à 30.



**Fig. 2 : Méthode de mesure du Notch Witch Index (NWI) : rapport a/b.**

## RÉSULTATS

Les moyennes de la pente tibiale mesurées dans le groupe 1 sont de 11,49° selon l'axe de Bonnin, 10,11° selon l'axe anatomique, 13,36° selon la corticale antérieure et 9,06° selon la corticale postérieure. Les moyennes de la pente tibiale mesurées dans le groupe 2 sont de 8,73° selon l'axe de Bonnin, 7,52° selon l'axe anatomique, 11,51° selon la corticale antérieure et 6,18° selon la corticale postérieure. Ces différences de valeurs entre les deux groupes sont toutes très significatives ( $p < 0,01$ ).

La moyenne du NWI a été retrouvée à 0,22 dans le groupe 1 ; elle est de 0,27 dans le groupe 2. La différence des moyennes du NWI entre les deux groupes est également très significative ( $p < 0,01$ ).

L'analyse comparative du NWI au sein du groupe 1 en fonction de l'étiologie de la rupture (traumatisme avec ou sans contact) semble montrer une très légère majoration des moyennes de ces deux rapports dans le groupe ayant une rupture du LCA secondaire à un traumatisme du genou avec contact comparativement aux valeurs du NWI du groupe ayant une rupture du LCA secondaire à un traumatisme du genou sans contact. Néanmoins, l'analyse statistique comparative utilisant le test *t* de Student ne montre pas de différence statistiquement significative entre les moyennes du NWI dans ces deux sous-groupes du groupe 1 ( $p > 0,05$ ).

Il nous a semblé intéressant de comparer les valeurs du NWI en fonction de la valeur de la pente tibiale.

Pour cela, nous avons scindé le groupe 1 (genoux avec rupture du LCA) en deux selon la médiane de la pente tibiale anatomique du groupe 1 (médiane = 10,5°) :

- *groupe A* : genoux dont la pente tibiale est inférieure à 10,5° (26 genoux),
- *groupe B* : genoux dont la pente tibiale est supérieure à 10,5° (24 genoux)

Les moyennes du NWI obtenues se répartissent ainsi :

- *groupe A* : 0,2121 (minimum 0,1724 ; maximum 0,25 ; déviation standard 0,0220)
- *groupe B* : 0,2259 (minimum 0,18 ; maximum 0,2794 ; déviation standard 0,0226).

L'analyse comparative (*t*-test) des moyennes du NWI entre ces deux sous-groupes A et B du groupe 1, montre une différence statistiquement significative ( $t = 2,191$ ,  $p < 0,03$ ) entre ces deux moyennes, la moyenne du NWI du groupe A étant plus faible que celle du groupe B.

Cela montre que dans le groupe des genoux ayant eu une rupture du ligament croisé antérieur, ceux ayant une pente tibiale plus faible ont statistiquement une échancre, rapportée à la largeur de l'épiphyse fémorale, plus serrée.

Ces mêmes constatations se vérifient également, de manière statistiquement encore plus significative, dans le sous-groupe des 35 ruptures du LCA suite à un traumatisme sans contact (différence de moyennes des rapports frontaux = 0,0233 ;  $t=3,072$  ;  $p<0,01$ ). Le sous-groupe des 15 ruptures du LCA suite à un traumatisme avec contact n'a pas suffisamment de sujets pour pouvoir réaliser les tests statistiques de manière fiable.

Nous avons ensuite analysé les pentes tibiales en fonction de la médiane du *NWI* du groupe 1 (médiane = 0,220). Nous avons donc scindé à nouveau le groupe 1 en deux populations égales :

- *groupe A* : genoux dont le *NWI* était inférieur ou égal à 0,220 (25 genoux) ;
- *groupe B* : genoux dont le *NWI* était supérieur à 0,220 (25 genoux).

Sur ces 50 genoux, il n'y a pas de différence significative de la pente tibiale en fonction du *NWI* ( $p>0,05$ ). La différence de moyenne entre le groupe A et B est comprise entre  $0,11^\circ$  et  $0,22^\circ$  en fonction des techniques de mesure de la pente tibiale.

Nous avons également scindé le sous-groupe des 35 genoux du groupe 1 ayant eu une rupture du LCA suite à un traumatisme du genou sans contact en deux groupes en fonction de la médiane du rapport frontal de ce sous-groupe (médiane = 0,213).

- *groupe A'* : genoux dont le *NWI* est inférieur ou égal à 0,213 (18 genoux)
- *groupe B'* : genoux dont le *NWI* est supérieur à 0,213 (17 genoux).

Sur ces 35 genoux, nous avons remarqué une majoration de la pente tibiale significative dans le groupe B' (différence de moyenne entre  $1,58^\circ$  et  $2,28^\circ$  selon la technique de mesure,  $p<0,01$ ).

Cela signifie que parmi les patients ayant eu une rupture du ligament croisé antérieur sans contact, ceux qui ont une échancre intercondylienne plus large ont statistiquement une pente tibiale plus élevée, et inversement.

L'analyse des moyennes du *NWI* en fonction du sexe montre ces deux rapports légèrement plus élevés chez les hommes que chez les femmes, sans néanmoins que ces différences ne soient statistiquement significatives ( $p>0,05$ ).

## DISCUSSION

La pente tibiale est une donnée importante en chirurgie du genou, tant dans la prise en charge de pathologies ostéo-chondrales dégénératives que dans la chirurgie ligamentaire.

William et Lissner [3] ont établi la relation mathématique entre la pente tibiale et les contraintes s'exerçant sur le ligament croisé antérieur.

Bonnin [4, 5] a montré l'action de la pente tibiale sur la subluxation antérieure du tibia en appui monopodal.

Plusieurs auteurs ont insisté sur son importance en matière de chirurgie prothétique ; la diminuer expose à une limitation de flexion et à une augmentation des contraintes sur la partie postérieure du plateau tibial, l'exagérer fait courir le risque de subluxation tibiale antérieure.

Enfin, la pente tibiale est une donnée fondamentale à prendre en considération dans les ostéotomies tibiales de valgisation associées ou non à une ligamentoplastie du LCA, ainsi que dans la chirurgie de correction du genu recurvatum ligamentaire ; l'augmenter au cours d'une ostéotomie expose à une détérioration secondaire du LCA ou de son substitut.

Sur les 100 genoux étudiés, nos valeurs moyennes de pente tibiale sont comparables à



celles obtenues par les auteurs promoteurs de chacune des méthodes de mesure [1, 5, 6, 7].

Peu d'études ont étudié le rôle de la pente tibiale comme facteur de risque de rupture isolée du LCA.

Schoemaker [8] a le premier évoqué le rôle de la pente tibiale dans la subluxation antérieure du tibia lors de la mise en compression fémoro-tibiale après section du LCA et ménissectomie interne.

Bonnin et Dejour [4, 5] ont montré expérimentalement qu'une augmentation de 10° de la pente tibiale augmente la subluxation tibiale interne de 6,8 mm, sur un genou sain ou pathologique.

Liu *et coll.* [9] ont étudié les effets de la pente tibiale sur la translation antérieure et sur la compensation de la laxité antérieure par les muscles ischiojambiers (étude cadavérique). Après section du LCA, ils ont montré que pour des valeurs de pente tibiale de 4°, 8° et 12°, les résultats sur la translation antérieure étaient respectivement de 7,5 mm, 12,5 mm et 17,8 mm. Par ailleurs, si la compensation de cette translation antérieure par les ischiojambiers était complète pour les valeurs les plus basses de pente tibiale, la translation antérieure avec une pente de 12° ne pouvait être compensée par la force maximale de traction postérieure des ischiojambiers.

Chambat et Graveleau [10] ont montré que les patients présentant une rupture bilatérale du LCA (n=27) avaient une pente tibiale moyenne mesurée selon la méthode préconisée par Bonnin statistiquement plus élevée que dans une population témoin, mais comparable à celles des ruptures du ligament croisé antérieur unilatérales. Ces mêmes auteurs ont trouvé une pente tibiale moyenne selon Bonnin encore plus élevée chez les patients présentant une rupture itérative du LCA (n=53).

Meister *et coll.* [11] ont étudié la pente tibiale sur 49 patients (50 genoux) ayant une rup-

ture du LCA suite à un traumatisme sans contact et sur 39 patients (50 genoux) ayant un syndrome fémoro-patellaire. Ils n'ont pas trouvé de différence significative entre les deux groupes ( $9,7^\circ \pm 1,8^\circ$  dans le premier groupe versus  $9,9^\circ \pm 2,1^\circ$  dans le second groupe). Ces auteurs concluent à l'absence de corrélation entre la valeur de la pente tibiale et le risque de survenue d'une lésion du ligament croisé antérieur. Néanmoins, le grand nombre de mesure (11 patients sur 50) sur les deux genoux de mêmes patients dans le groupe sans rupture du LCA, peut expliquer partiellement ces résultats différents des nôtres.

Brandon *et coll.* [12] ont comparé dans une étude radiologique récente les pentes tibiales mesurées selon la méthode de Bonnin sur 100 genoux sans lésion du LCA et sur 100 genoux avec une rupture du LCA suite à un traumatisme sans contact. Ils ont trouvé que le groupe avec une lésion du LCA avait une pente tibiale moyenne statistiquement plus élevée ( $11,2^\circ \pm 3,8^\circ$ ) que celle du groupe avec un LCA normal ( $8,5^\circ \pm 3^\circ$ ).

De nombreuses études ont étudié le rôle de l'échancrure intercondylienne dans la survenue d'une lésion du ligament croisé antérieur, avec des conclusions parfois controversées.

Palmer [13], le premier, a évoqué en 1938 une relation pathologique entre le ligament croisé antérieur et l'échancrure intercondylienne. Il a remarqué que le ligament croisé antérieur était placé dans une position vulnérable en étant étiré contre le bord axial du condyle externe lorsque le genou se trouvait en "flexion et supination".

Norwood [14] a démontré en 1977 que le ligament croisé antérieur se trouvait serré contre le toit de l'échancrure lorsque le genou se trouvait en extension, concentrant les forces au niveau du milieu du ligament.

Kieffer [15] a été le premier à observer un fréquent conflit entre l'arche postérieure du condyle externe et le LCA dans les lésions

de ce ligament. Il a défini une nomenclature anatomique de l'échancrure intercondylienne et a milité dans ses travaux pour la réalisation d'une plastie de l'échancrure systématique lors de la réfection chirurgicale du LCA.

Houseworth [16] a conclu dans une étude avec reconstruction assistée par ordinateur de l'échancrure intercondylienne que l'arche postérieure de l'échancrure était plus petite dans un groupe avec rupture du ligament croisé antérieur, comparé aux individus normaux.

Souryal [17] a défini le *Notch Width Index* (NWI) sur des radiographies standards, dont nous nous sommes inspirés dans notre étude, pour mesurer l'échancrure intercondylienne dans les ruptures unilatérales et bilatérales du LCA. Il a conclu dans différents travaux qu'un NWI bas (inférieur à 0,20) était un facteur prédictif de rupture du LCA [17-19].

Plusieurs auteurs ont confirmé par la suite ces constatations en utilisant cet index, soit sur des radiographies de genou en schuss, soit sur des coupes scanographiques ou IRM.

L'intérêt de cet index est théoriquement d'homogénéiser les mesures de l'échancrure en fonction de la taille des patients ; cependant, certains auteurs comme Shelbourne [20] ont insisté sur la supériorité de la taille absolue de l'échancrure sur cet index, arguant que la largeur de l'épiphyse était corrélée à la taille du patient contrairement à l'échancrure intercondylienne. Il conclut qu'une échancrure inférieure à 15 mm augmentait le risque de rupture du LCA chez les hommes comme chez les femmes.

Cependant, Herzog [21], Schickendantz [22] et Teitz [23] n'ont pas trouvé ces corrélations entre la largeur de l'échancrure et la survenue de lésions du LCA dans leurs études cliniques et radiographiques. Ils critiquent les mesures réalisées sur des radiographies conventionnelles, leur préférant des coupes scanographiques [22], et concluent que la

largeur de l'échancrure ne peut à elle seule expliquer toutes les ruptures du LCA.

Nos résultats corroborent la majorité des études réalisées précédemment. En effet, nous trouvons une relation statistiquement forte entre l'index d'échancrure intercondylienne plus bas et la présence d'une lésion du ligament croisé antérieur.

Deux hypothèses peuvent expliquer dans la littérature la pathogénie d'une échancrure serrée dans les lésions du LCA.

La première évoque un conflit mécanique entre une échancrure serrée et un LCA de taille normale. Tanzer [24] dans une étude cadavérique sur 10 genoux a ainsi montré que tout ligament croisé de diamètre supérieur à 8 mm rentrait en conflit avec le bord inféromédial du condyle externe et le toit de l'échancrure. Muneta [25] dans une autre étude cadavérique a montré que le diamètre du LCA était identique quelle que soit la taille de l'échancrure, expliquant ainsi que les ruptures du LCA sont en rapport avec une échancrure plus étroite et non pas avec un LCA de plus petite section.

La deuxième hypothèse s'appuie sur des constatations anatomiques selon lesquelles la taille du LCA, et donc sa résistance, dépend de la taille de l'échancrure. Une échancrure plus étroite contiendrait des ligaments croisés moins gros et donc moins résistants. Davis et Shelbourne [26] ont mesuré le diamètre des ligaments croisés antérieurs de 124 patients et l'échancrure intercondylienne sur des coupes IRM, et ont conclu, contrairement à Muneta [25], que les patients avec une échancrure plus étroite avaient un diamètre de LCA plus faible. Dans une autre étude, Shelbourne [20] explique que les femmes, qui ont une échancrure plus petite que les hommes, ont un taux plus élevé de rupture primaire du LCA en raison d'un ligament plus fin, appuyant cette hypothèse sur le fait qu'à même taille de greffon et en dehors de toute échancruoplastie, les hommes et les femmes ont le même taux de rupture itérative de leur transplant.



Anderson [27] quant à lui, suggère que la taille du ligament croisé antérieur est proportionnelle à la taille du quadriceps. Le taux de rupture du LCA plus élevé chez les femmes que chez les hommes serait donc relatif à la taille du ligament et non à l'échancrure intercondylienne.

Nous n'avons pour notre part pas retrouvé de différence d'index d'échancrure entre les hommes et les femmes de notre série, et nous n'avons pas comparé la taille du LCA avec la largeur de l'échancrure sur les coupes IRM du groupe 2 pour corroborer l'une ou l'autre de ces deux hypothèses.

Enfin, plusieurs auteurs ont insisté sur la forme anatomique de l'échancrure dans la genèse des lésions du LCA [24, 27-30] : échancrure carrée, en forme de vague, serrées sur tout ou partie de la hauteur...

Tillman [28] a décrit un index de forme d'échancrure (*Notch Shape Index*) sur des coupes scanographiques, qui serait corrélé à la survenue d'une lésion du LCA. Nous n'avons pas pris en compte ces éléments de forme de l'échancrure dans notre étude radiographique.

Notre étude est la première à notre connaissance à avoir étudié simultanément les valeurs de la pente tibiale et la largeur de l'échancrure intercondylienne dans une même population. L'intérêt de cette double étude radiographique est de préciser quelles relations peuvent exister entre ces trois données. En effet, l'analyse de la littérature retrouve des résultats différents avec des conclusions contradictoires lorsque chacun de ces deux facteurs est analysé de façon indépendante vis-à-vis de son incidence sur la rupture du ligament croisé antérieur. Le faible nombre de cas étudiés dans la plupart des études peut expliquer au moins partiellement ces écarts de résultats. En effet, tous les patients avec une rupture du ligament croisé antérieur n'ont pas une pente tibiale élevée ou une échancrure serrée. De même, tous les patients avec une pente tibiale élevée ou une échancrure serrée n'ont pas et n'auront peut-être jamais de rupture du ligament croisé

antérieur. Seule une étude prospective étudiant ces deux éléments anatomiques sur une très grande population et sur un très grand nombre d'années, pourrait affirmer ou non si la pente tibiale, la taille de l'échancrure ou les deux sont des facteurs de risque de rupture du ligament croisé antérieur. Outre le fait que notre étude montre qu'il existe une relation statistiquement forte entre chacun de ces facteurs et la présence d'une rupture du ligament croisé antérieur, elle montre également que l'un de ces deux facteurs est statistiquement présent lorsque l'autre est absent. Ainsi, les patients qui ont une pente tibiale relativement faible ou comparable à la population témoin, ont statistiquement une échancrure plus étroite que ceux avec une pente tibiale élevée. Cela suggère que l'un de ces deux facteurs serait suffisant mais que la présence des deux facteurs n'est pas nécessaire à la prédisposition d'une lésion du ligament croisé antérieur.

## CONCLUSION

Il existe une relation statistiquement forte entre les valeurs de la pente tibiale mesurées sur clichés radiographiques standards, la taille de l'échancrure intercondylienne rapportée à la taille de l'épiphyse fémorale mesurée sur des coupes IRM, et la rupture du ligament croisé antérieur. Les genoux ayant une rupture du ligament croisé antérieur ont statistiquement une pente tibiale plus élevée et une échancrure plus serrée que les genoux avec un ligament croisé antérieur intact. La présence de l'un de ces deux facteurs apparaît être suffisante pour augmenter le risque de rupture du LCA.

La prise en charge chirurgicale des patients souffrant d'une rupture du ligament croisé antérieur devra tenir compte de ces deux facteurs anatomiques, tant dans la technique chirurgicale que dans les suites postopératoires afin d'optimiser les résultats de la ligamentoplastie en tentant de limiter les risques de rupture itérative et de rupture controlatérale du LCA.

**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] JULLIARD R., P. GENIN *et al.* 1993. The median functional slope of the tibia. Principle. Technique of measurement. Value. Interest. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 79(8): 625-34.
- [2] SOURYAL T.O. 1993. The predictive value of radiographs in the evaluation of unilateral and bilateral anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 21(6): 898.
- [3] WILLIAM M., LISSNER H.R. 1977. Biomechanics of human motion. *W.B. Saunders Company, Philadelphia.*
- [4] BONNIN M., CARRET J.P., DIMNET J., DEJOUR H. 1996 The weight bearing knee after ACL rupture: an in vitro biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, 3: 245-51.
- [5] BONNIN M. 1990. La subluxation tibiale antérieure en appui monopodal dans les ruptures du ligament croisé antérieur. Etude clinique et biomécanique. *Thèse Lyon I*, n° 180.
- [6] HERNIGOU P., GOUTALLIER D. 1990. Usure osseuse sous-chondrale des plateaux tibiaux dans les gonarthroses fémoro-tibiales. *Rev Rhum* 57(1): 67-72.
- [7] MOORE T., HARVEY J.P. 1974. Roentgenographic measurement of tibial plateau depression due to fractures. *J Bone Joint Surg (Am)* 69-A: 745-49.
- [8] SHOEMAKER S.C. and K.L. MARKOLF 1986. The role of the meniscus in the anterior-posterior stability of the loaded anterior cruciate-deficient knee. Effects of partial versus total excision. *J Bone Joint Surg Am* 68(1): 71-9.
- [9] LIU W., M.E. MAITLAND 2000. The effect of hamstring muscle compensation for anterior laxity in the ACL-deficient knee during gait. *J Biomech* 33(7): 871-9.
- [10] GRAVELEAU N., CHAMBAT P. 2002. Les ruptures bilatérales du ligament croisé antérieur. In: *Le genou du sportif, 10<sup>e</sup> journée lyonnaise de chirurgie du genou, Ed. Sauramps Médical. pp 335-38.*
- [11] MEISTER K., TALLEY M.C.M *et al.* 1998. Caudal slope of the tibia and its relationship to noncontact injuries to the ACL. *Am J Knee Surg*; 11(4): 217-9.
- [12] BRANDON-MARK L., PAUL T. HAYNES, JOEL R. BONAMO, MARYIRENE I. FLYNN, GENE R. BARRETT et MARK F. SHERMAN. The Association Between Posterior-Inferior Tibial Slope and Anterior Cruciate Ligament Insufficiency. *Arthroscopy Vol 22, No 8 (2006): pp 894-899.*
- [13] PALMER 1938. On the injuries to the ligaments of the knee joint. *Acta Chir Scand* 81 (Suppl 53).
- [14] NORWOOD L.A. J<sup>s</sup> and M.J. CROSS 1977. The intercondylar shelf and the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 5(4): 171-6.
- [15] KIEFFER D.A., R.J. CURNOW *et al.* 1984. Anterior cruciate ligament arthroplasty. *Am J Sports Med* 12(4): 301-12.
- [16] HOUSEWORTH S.W., V.J. MAURO *et al.* 1987. The intercondylar notch in acute tears of the anterior cruciate ligament: a computer graphics study. *Am J Sports Med* 15(3): 221-4.
- [17] SOURYAL T.O., H.A. MOORE *et al.* 1988. Bilaterality in anterior cruciate ligament injuries: associated intercondylar notch stenosis. *Am J Sports Med* 16(5): 449-54.
- [18] SOURYAL T.O. 1991. The relationship of intercondylar notch size and content to notchplasty requirement in anterior cruciate ligament surgery. *Arthroscopy* 7(1): 126-7.
- [19] SOURYAL T.O. and T.R. FREEMAN 1993. Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 21(4): 535-9.
- [20] SHELBORNE K.D., W.A. FACIBENE *et al.* 1997. Radiographic and intraoperative intercondylar notch width measurements in men and women with unilateral and bilateral anterior cruciate ligament tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 5(4): 229-33.
- [21] HERZOG R.J., J.F. SILLIMAN *et al.* 1994. Measurements of the intercondylar notch by plain film radiography and magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 22(2): 204-10.
- [22] SCHICKENDANTZ M.S., G.G. WEIKER 1993. The predictive value of radiographs in the evaluation of unilateral and bilateral anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 21(1): 110-3.
- [23] TEITZ C.C., B.K. LIND *et al.* 1997. Symmetry of the femoral notch width index. *Am J Sports Med* 25(5): 687-90.
- [24] TANZER M., E. LENCZNER 1990. The relationship of intercondylar notch size and content to notchplasty requirement in anterior cruciate ligament surgery. *Arthroscopy* 6(2): 89-93.
- [25] MUNETA T., K. TAKAKUDA *et al.* 1997. Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectional area of the anterior cruciate ligament. A cadaveric knee study. *Am J Sports Med* 25(1): 69-72.
- [26] DAVIS T.J., K.D. SHELBORNE *et al.* 1999. Correlation of the intercondylar notch width of the femur to the width of the anterior and posterior cruciate ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 7(4): 209-14.
- [27] ANDERSON A.F., D.C. DOME *et al.* 2001. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *Am J Sports Med* 29(1): 58-66.
- [28] TILLMAN M.D., K.R. SMITH *et al.* 2002. Differences in three intercondylar notch geometry indices between males and females: a cadaver study. *Knee* 9(1): 41-6.
- [29] GOOD L., M. ODENSTEN *et al.* 1991. Intercondylar notch measurements with special reference to anterior cruciate ligament surgery. *Clin Orthop Relat Res*(263): 185-9.
- [30] DAHLSTEDT L., N. DALEN *et al.* 1990. Value of intercondylar notch plasty. CT studies and operative measurements of 127 knees. *Acta Orthop Scand* 61(6): 558-61.







# ***TECHNIQUE “MINI INVASIVE” DE PRÉLÈVEMENT DU TENDON ROTULIEN : INFLUENCE SUR LES RÉSULTATS***

*N. BONIN, A. IONCU, D. DEJOUR*

## **INTRODUCTION**

Un ancillaire original de prélèvement du greffon os-ligament patellaire-os a été évalué sur une série continue de vingt-sept genoux de cadavres frais. Il permettait, par une incision limitée, de prélever une greffe de dimension satisfaisante en épargnant le plus souvent le nerf infra-patellaire et le péri-tendon. Quelques incidents ont été attribués à la fragilité osseuse des cadavres.

Un prototype amélioré au marquage “CE” à permis cette technique de prélèvement lors de chirurgie ligamentaire du croisé antérieur. Le but de ce travail est de valider cet

ancillaire en pratique courante et de rapporter les résultats cliniques, radiologiques et échographiques des patients opérés d’une greffe libre du LCA au tendon rotulien par cette technique “mini invasive”.

## **CARACTÉRISTIQUES DE L’INSTRUMENT DE PRÉLÈVEMENT (fig. 1)**

L’ancillaire de prélèvement se présente sous la forme générale d’un T constitué :

- d’une partie horizontale formant le moyen de préhension,

***Vue Supérieure***

- d'une partie verticale tubulaire débouchante à ses deux extrémités distale et proximale.

La partie verticale de l'ancillaire présente deux zones :

- Une première zone adjacente à l'extrémité proximale, dite "chambre de prélèvement", dont le diamètre interne constant et la longueur correspondent sensiblement aux dimensions du ligament patellaire à prélever. Elle est graduée et munie latéralement de trois fenêtres pour permettre la visualisation du ligament patellaire en cours de prélèvement.
- Une seconde zone adjacente à l'extrémité distale, dite "chambre d'extraction" de diamètre interne supérieur à celui de la chambre de prélèvement.

L'extrémité proximale de l'ancillaire présente sur les 2/3 de sa circonférence, un bord biseauté tranchant, et sur le tiers restant, un bord mousse afin d'éviter que l'instrument ne pénètre dans l'épaisseur du ligament. Pour favoriser le guidage du ligament patellaire au cours de son prélèvement, deux encoches diamétralement opposées sont réalisées sur le bord tranchant à égale distance du bord non tranchant.

## PRINCIPE DE LA TECHNIQUE CHIRURGICALE (fig. 2)

L'incision cutanée est verticale au-dessus de la pointe de la patella sur une longueur d'environ 20 mm. On coupe alors le bourse pré-

de traction décimal 5 sont faufileés dans le trou central (fig. 2c). Ils sont passés dans le canon de l'instrument pour être récupérés par la fenêtre d'extraction du greffon. L'instrument est alors descendu dans l'axe du ligament patellaire, genou fléchi à 90° (fig. 2d), après avoir pris soin de protéger le péri-tendon. Une tension continue sur les fils de traction est exercée, en s'assurant que la baguette patellaire reste à hauteur de la patella. Lorsque l'instrument arrive en buté, il faut s'enfoncer de 25 mm au marteau dans la tubérosité tibiale. On palpe alors en percutané la bonne position de l'instrument qui doit s'être rigidifié dans l'os. La baguette tibiale peut alors être libérée en distal. Pour cela, il faut étendre la jambe en inclinant le manche de l'instrument vers l'avant (fig. 2e), puis réaliser des rotations pour sectionner les fibres du ligament patellaire qui se prolongent avec le périoste. Le prélèvement est alors extrait (fig. 2f). Les baguettes patellaires et tibiales sont déjà calibrées.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Au cours du dernier quadrimestre 2007, 25 genoux ont été opérés d'une greffe du LCA au ligament patellaire avec cette technique de prélèvement "mini-invasif" par le même chirurgien. Tous les patients opérés étaient des hommes. Il s'agissait d'accident de sport, principalement du football, dans 20 cas ; 4 réceptions de saut et un accident de moto. Le Lachman préopératoire était à arrêt mou chez 24 patients et à arrêt dur retardé chez un patient. Le ressaut était explosif pour 6 patients. Le levité antérieure différentielle



**Fig. 2 : Technique de prélèvement**

**a) Dissection péri-tendon — b) Prélèvement patellaire — c) Fils de traction  
d) Stripping tendon patellaire — e) Libération tibiale — f) Extraction greffe**

Au cours de l'intervention, la durée du prélèvement et la longueur de l'incision cutanée ont été notées. La longueur de la greffe et des baguettes osseuses a été mesurée. Chaque baguette a été calibrée. La largeur du liga-

tudes articulaires par rapport au genou sain, la laxité antérieure comparative genou proche de l'extension par le signe de Lachman, la laxité frontale, et le ressaut. Un questionnaire IKDC d'évaluation subjective

Une échographie du ligament patellaire a été réalisée pour rechercher une lésion du péri-tendon et visualiser le centrage et la cicatrisation du site prélèvement.

## RÉSULTATS

La durée moyenne des prélèvements a été de 15 minutes, allant de 13 minutes à 20 minutes.

L'incision cutanée était comprise entre 25 et 35 mm avec une moyenne de 28,9 mm.

Le prélèvement effectué, les dimensions moyennes des greffons obtenus étaient :

- pour la partie tendineuse de 46,6 mm (40 à 64 mm) de longueur et 9,3 mm (3 à 11 mm) de largeur;
- pour la baguette patellaire de 16,7 mm (10 à 20 mm) de longueur, de 10,3 mm (10 à 11 mm) de diamètre,
- pour la baguette tibiale de 17,3 mm (10 à 28 mm) de longueur, de 11,8 mm (11 à 12 mm) de diamètre (tableau I).

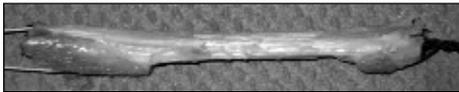
Dans 23 cas sur 25, cette technique de prélèvement mini invasive a permis la reconstruction du ligament croisé antérieur. Cette reconstruction est réalisée de dehors en

**Tableau I : Durée – Longueur de l'incision – Dimensions du prélèvement**

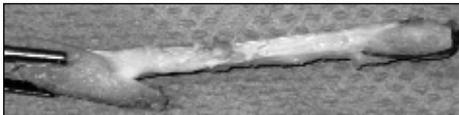
Prélèvement	Durée	Incision			Ligament patellaire		Baguette patellaire		Baguette tibiale	
		Longueur	Longueur	Largeur	Longueur	Ø	Longueur	Ø		
N°1	20	27	50			17	10	10	12	
N°2	16	35	50			19	10	21	12	
N°3	13	29	45			14	10	28	12	
N°4	15	31	45			15	10	15	11	
N°5	18	27				18	10	16	11	
N°6	13	31	45			19	10	15	11	
N°7	13	29	40			15	10	20	12	
N°8	13	29	42			18	11	21	12	
N°9	13	25	45			15	11	14	12	
N°10	15	30	50			18	11	18	12	
N°11	13	28	48	9		15	11	15	12	
N°12	14	29	45	10		10	10	14	12	
N°13	15	29	50	10		15	10	20	12	
N°14	13	33	45	10		18	10	15	12	
N°15	13	28	44	11		18	11	20	12	
N°16	13	27	47	11		16	11	18	12	

dedans, avec auto-blocage de la baguette tibiale dans le tunnel fémoral, ce qui nécessite une greffe de bonne qualité. Dans un cas, le prélèvement mini invasif n'a pu être réalisé en raison d'un problème de garrot (19<sup>e</sup> prélèvement). Le prélèvement traditionnel du ligament patellaire à ciel ouvert a permis la ligamentoplastie. Dans un autre cas, la greffe a été jugée médiocre : le tendon était abimé, comme un "bourrage" dans le tube de prélèvement, avec une largeur à sa base de 3 mm (23<sup>e</sup> prélèvement). Un tendon ischio-jambiers a alors été nécessaire pour la réalisation de la ligamentoplastie.

Parmi les autres prélèvements, la greffe a été jugée 15 fois d'excellente qualité (fig. 3), 8 fois de qualité moyenne (fig. 4) : 3 baguettes tibiales de bon diamètre mais de longueur inférieure à 14 mm et 5 fragilisations de la jonction ligament patellaire-baguette tibiale. Ces prélèvements ont néanmoins tous permis la reconstruction du LCA selon la technique d'autoblocage.



**Fig. 3 : Prélèvement de bonne qualité**



**Fig. 4 : Prélèvement de qualité moyenne (fragilisation jonction ligament patellaire-baguette tibiale)**

L'agenouillement était possible sans gêne pour 7 patients, désagréable pour 3 patients et difficile pour 3 patients. L'accroupissement était possible sans douleur pour 10 patients, possible mais douloureux pour 3 patients. Seul un patient ressentait des douleurs antérieures. Pour ce patient, l'accroupissement et l'agenouillement étaient difficiles. Ce patient avait le plus mauvais score subjectif IKDC et Lillois.

## Résultats objectifs

L'examen systématique de la sensibilité cutanée antérieure du genou n'a retrouvé que 2 patients présentant une hypoesthésie localisée sur la face externe de la cicatrice, aucune anesthésie. Le patient qui présentait l'hypoesthésie la plus importante était celui qui ressentait des douleurs antérieures. Tous les autres patients avaient une sensibilité normale du genou.

Le score clinique IKDC global était normal (A) pour 8 genoux, presque normal (B) pour 4 genoux, et anormal (C) pour 1 genou. Le mauvais résultat correspondait à la persistance d'un ressaut rotatoire malgré un bon contrôle de la laxité antérieure. Ce patient présentait un ressaut explosif en pré-opératoire avec une laxité antérieure différentielle mesurée au Telos® de 8 mm. Il n'a pas eu de plastie extra-articulaire de type Lemaire associée à la greffe du LCA. Son prélèvement était jugé de bonne qualité.

## Résultats radiologiques dynamiques

Parmi les 23 patients opérés, 13 patients ont

## Résultats échographiques

Une échographie a pu être réalisée chez 7 patients. Elle a toujours retrouvé la présence d'un péritendon, mesuré à 1,8 mm d'épaisseur moyenne en proximal (0,6 à 2,3), 1,6 mm en distal (0,6 à 3).

Le centrage était très satisfaisant 6 fois sur 7 : la différentielle de largeur entre la bandelette médiale et latérale du ligament patellaire ne dépassant pas 4 mm. Le prélèvement était médialisé dans un cas, avec une bandelette médiale mesurée à 9,5 mm pour une bandelette latérale mesurée à 16,5 mm.

Enfin, la distance moyenne entre les bandelettes latérales et médiales du ligament patellaire était de 3,6 mm (0 à 6 mm). Le patient qui gardait des douleurs antérieures, est celui qui présentait le plus grand espace, soit 6 mm.

## DISCUSSION

Les principales critiques de la greffe du LCA au ligament patellaire concernent la morbidité du site de prélèvement : il lui est reproché une cicatrice inesthétique malgré l'utilisation de l'arthroscopie, des dysesthésies péri-patellaires par lésions du nerf infra-patellaire, la section du péri-tendon essentiel à la vascularisation du ligament patellaire, le risque de fracture patellaire, les douleurs résiduelles sur la pointe de la patella [3, 11, 12]. Pour pallier ces inconvénients, d'autres transplants sont proposés : les ischio-jam-

ment. Néanmoins, Beaufilets *et al.* [4] retrouve une plus grande fréquence de troubles sensitifs au niveau de l'incision sur la tubérosité tibiale antérieure. Dans une étude cadavérique préalable [1], nous avons été surpris de retrouver 12 rameaux du nerf infra-patellaire sur 38 genoux, passant à proximité de la tubérosité tibiale. Dans son travail sur la localisation du nerf infra-patellaire, Kartus *et al.* [9] ne retrouve que 4 branches situées à ce niveau sur 60 genoux. Nous avons considéré la tubérosité tibiale comme la zone de prélèvement de la baguette tibiale. Tout rameau passant en avant de cette zone étant sectionné en cas de mini abord vertical pour le prélèvement de la baguette tibiale. Aussi Kartus *et al.* [9] dans ce même travail retrouve 11 rameaux nerveux passant suffisamment à proximité de la tubérosité tibiale pour être lésés par une incision verticale de 25 mm. La solution réside donc dans les incisions horizontales lors de ces techniques de prélèvement de ligament patellaire dite mini-invasive [16], ou dans une instrumentation permettant ce prélèvement par un unique abord patellaire. Cette instrumentation a été évaluée préalablement sur une série continue de 27 genoux de cadavres frais [1]. Aucune des branches retrouvées en regard de la tubérosité tibiale n'a été lésée lors de ces prélèvements. Les lésions nerveuses sont survenues au niveau de l'incision patellaire. 7 rameaux ont été retrouvés à ce niveau et 1 seul a pu être épargné. Cela correspond aux 2 patients de notre étude qui présentent une hypoesthésie localisée sur la face externe de la cicatrice patellaire. Kartus *et al.* [9] ne retrouve que 2 rameaux passant en avant de la pointe de la patella sur 60 genoux. Tifford *et al.* [17] sur une étude anatomique de

sont présentes que dans 20 à 30 % des genoux, pour Ganzoni et Lanz [6, 14]. Cette innervation va de pair avec le nerf infra-patellaire qui est plus distal.

Concernant le vélum péri-tendineux, les résultats échographiques de notre étude le retrouvent épaissi mais conservé chez tous les patients. Lors de l'évaluation cadavérique de notre instrumentation [1], le vélum péri-tendineux était déchiré sur son tiers proximal à 4 reprises. Lors des premières dissections, il était mal protégé pendant la mise en place de l'instrument. Un aide opératoire s'avère utile au cours de cette manœuvre. Il est important de préserver le péri-tendon qui assure la vascularisation antérieure du ligament patellaire [2]. L'intégrité de ce support vasculaire pourrait théoriquement permettre une cicatrisation plus rapide et plus complète du ligament patellaire. Dans une étude prospective comparative entre la fermeture et la non fermeture du péri-tendon après prélèvement, Kohn et Sander-Beuermann [13] retrouvent à plus de deux ans de recul un aspect échographique normal du ligament patellaire après fermeture du péri-tendon. Ils ne retrouvent pas de cicatrisation du ligament patellaire lorsque le péri-tendon est laissé ouvert. Dans notre étude échographique, la distance entre les bandelettes de ligament patellaire est retrouvée dans tous les cas, inférieure à la largeur du prélèvement. Ce comblement correspond probablement à un début de cicatrisation du site de prélèvement. Une deuxième échographie plus tardive devrait permettre de répondre à cette question.

Concernant le greffon prélevé, le diamètre

fragilisée par un prélèvement trop profond. Il existe une courbe d'apprentissage certaine et quelques astuces permettent d'améliorer cette précision. Désormais nous marquons systématiquement la jonction ligament patellaire-tubérosité tibiale par une aiguille. Sa bonne position est vérifiée par l'arthroscope introduit en arrière du ligament patellaire. Elle permet de bien diriger l'instrument et de connaître le moment où l'on commence à prélever la baguette tibiale. Il faut alors sentir l'instrument en sous cutané pour ne pas être trop profond. La qualité du prélèvement n'a néanmoins pas modifié le geste chirurgical, ni influencé les résultats cliniques objectifs, ou la mesure laximétrique au Telos® à 6 mois. Seul le 23<sup>e</sup> prélèvement qui n'a pu être utilisé pour la reconstruction du LCA est préoccupant. Il semblerait que l'usure de l'instrument, et donc le manque de tranchant, soit responsable de ce "bourrage". L'instrument correspond à un ostéotome circulaire qui ne coupe que sur ses 2/3. L'aiguillage est donc difficile en pratique courante. L'utilisation d'un instrument à usage unique devrait résoudre cette difficulté. Une étude clinique est poursuivie avec cette nouvelle instrumentation.

## CONCLUSION

Il s'agit d'une étude clinique préliminaire sur la possibilité, grâce à un ancillaire spécifique, de prélever un greffon os-ligament patellaire-os, par une simple voie d'abord localisée sur la pointe de la rotule, permettant une reconstruction de qualité du ligament croisé antérieur. Outre le bénéfice



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BONIN N. 2001. Ancillaire de prélèvement du greffon os-ligament patellaire-os par mini abord. Conception, réalisation, essai pré-clinique sur une série de 27 genoux. *In Thèse Médecine*, pp. 114. Edited, 114, Besancon.
- [2] CARRET J.P., FISHER L.P., GONON G.P., SAIFI Y., CLERMONT A. 1976. Vascularisation artérielle du ligament rotulien et du tendon d'achille. *Bull Assoc Anat*, 60: 323-336.
- [3] CHAMBAT P., PALAZZOLO P. 1998. La reconstruction par le tendon rotulien. In Les lésions isolées récentes du ligament croisé antérieur. *Données actuelles.*, pp. 206-209. Edited by Rodineau J., and Saillant G., 206-209, Paris, Masson.
- [4] DRAIN O., BEAUFILS P., THEVENIN-LEMOINE C., BOGGIONE C., KATABI M., CHARROIS O., BOISRENOULT P. 2007. Mini-invasive double-incision for patellar tendon harvesting in anterior cruciate ligament reconstruction. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 93(8): 836-41.
- [5] FEAGIN J.A. Jr 1989. The office diagnosis and documentation of common knee problems. *Clin Sports Med*, 8(3): 453-9.
- [6] GANZONI N., WIELAND K. 1978. The ramus infrapatellaris of the saphenous Nerve and its importance for medial parapatellar arthrotomies of the knee. *Reconstr Surg Traumatol*, 16: 95-100.
- [7] HEFTI F., MULLER W., JAKOB R.P., STAUBLI H.U. 1993. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1(3-4): 226-34.
- [8] HORNER G., LEE DELLON A. 1994. Innervation of the human knee joint and implications for surgery. *Clin Orthop*, 301: 221-226.
- [9] KARTUS J., EJERHED L., ERIKSSON B.I., KARLSSON J. 1999. The localization of the infrapatellar nerves in the anterior knee region with special emphasis on central third patellar tendon harvest: a dissection study on cadaver and amputated specimens. *Arthroscopy*, 15(6): 577-586.
- [10] KARTUS J., EJERHED L., SERNERT N., BRANDSSON S., KARLSSON J. 2000. Comparison of traditional and subcutaneous patellar tendon harvest. A prospective study of donor site-related problems after anterior cruciate ligament reconstruction using different graft harvesting techniques. *Am J Sports Med*, 28(3): 328-335.
- [11] KARTUS J., MAGNUSSON L., STENER S., BRANDSSON S., ERIKSSON B.I., KARLSSON J. 1999. Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A 2-5-year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 7(1): 2-8.
- [12] KARTUS J., STENER S., LINDAHL S., ENGSTROM B., ERIKSSON B.I., KARLSSON J. 1997. Factors affecting donor-site morbidity after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5(4): 222-228.
- [13] KOHN D., SANDER-BEUERMANN A. 1994. Donor-site morbidity after harvest of a bone-tendon-bone patellar tendon autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2(4): 219-223.
- [14] LANZ T., WACHSMUTH W. 1972. *Praktische Anatomie*. Edited, Berlin, Springer.
- [15] LEVY H.J., BYCK D.C. 2000. Patellar tendon autograft harvesting using a mini vertical incision. *Arthroscopy*, 16(5): 558-562.
- [16] MISHRA A.K., FANTON G.S., DILLINGHAM M.F., CARVER T.J. 1995. Patellar tendon graft harvesting using horizontal incisions for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 11(6): 749-752.
- [17] TIFFORD C.D., SPERO L., LUKE T., PLANCHER K.D. 2000. The relationship of the infrapatellar branches of the saphenous nerve to arthroscopy portals and incisions for anterior cruciate ligament surgery. An anatomic study. *Am J Sports Med*, 28(4): 562-567.



# ACL INJURIES: ARE FEMALES MORE AT RISK?

E. ARENDT

Epidemiologic studies reveal the rate of female ACL injuries greater than the rate of male ACL injuries, particularly in sports that involve sudden deceleration, landing from a jump, and pivoting. The majority of ACL injuries are noncontact in nature. Epidemiologic studies over a 10 year period of time using NCAA data places the risk of a female injuring her ACL in soccer or basketball at a 2-3 times greater rate than that of their male counterpart (fig. 1 & 2) [1].

Research to date has focused on anatomic risk factors, hormonal risk factors and bio-mechanical/ neuromuscular risk factors.

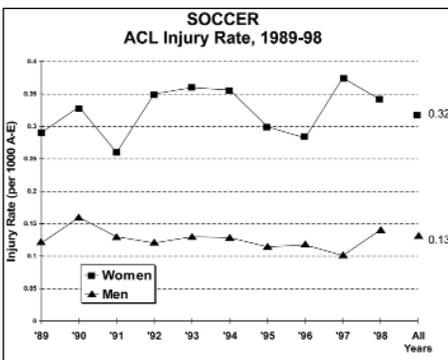


Fig. 1

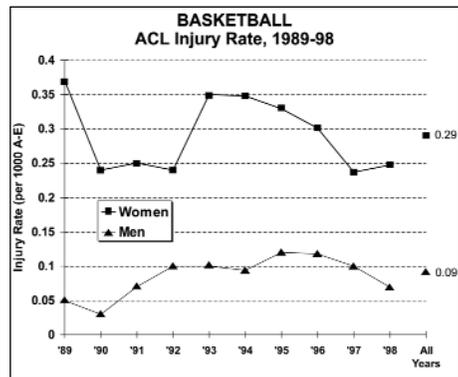


Fig. 2

## HORMONAL RISK FACTORS

Although hormones continue to be the most obvious difference between males and females, there has been no evidence to date that there is a hormonal effect on knee function at the macroscopic or material properties levels [10, 3]. The most studied hormone has been estrogen. Recently relaxin has been implicated as it is a powerful hormone known for ligament relaxation. Studies suggest that females are at a greater risk of ACL



injury during the pre-ovulatory phase of the menstrual cycle compared with the post-ovulatory phase [7]. It remains unclear how hormones associated with the menstrual cycle modulate injury risk, or whether hormones act on structures other than the ACL. Hormones could be affecting changes at a neuromuscular level. Testosterone is not being studied – are we missing a potential protective effect?

The criticism of current hormonal research is that one or two measurements may not be enough to capture the unique and changing female physiology. Normative standards are not well defined. Most studies have very small numbers which are unlikely to capture hormonal variability, and most studies have very large standard deviation bars.

Although the relationship of hormonal influence and musculoskeletal injury, in particular ACL injury, has inconclusive data, it continues to be an area of continued research interest.

## ANATOMIC RISK FACTORS

The most studied anatomic risk factor in regards to ACL injuries is the role of the intercondylar notch. Current data suggests that the increased rate of ACL tears in patients with narrower notches is a manifestation of a smaller ACL [4]. However, the question of whether the smaller ACL is appropriate for that person's size/strength of the individual or whether it is due to a gender, hormonal, or training sequence continues to confuse this area.

An anatomic factor that has more recently been hypothesized as potentially playing a role in ACL injury is the slope of the tibia. Henri Dejour *et al.* [2] were the first to note that tibial translation was in part a function of the tibial slope. More recent studies suggest that those patients with an ACL rupture com-

pared to controls have a greater lateral tibial slope and a lower medial tibial slope, perhaps increasing rotation of the knee as well.

We accept that changing the slope was a therapeutic option for ACL insufficiency in the canine species [8]. This has not been thoroughly studied in humans.

It is possible that there is an anatomic equation that involves rotational variation of the knee, limb alignment, intracondylar notch size, and tibial slope that combine to create a strong anatomic risk factor for ACL injury. Anatomic risk factors may not be easy to correct; however, they are important to understand if we are going to identify who is at increased risk of suffering an ACL injury.

## NEUROMUSCULAR RISK FACTORS

Females who developed an increased knee abduction moment (“dynamic” knee valgus) during impact from landing have an increased risk of ACL injury. Female athletes have muscle activation patterns in which the quadriceps predominate and decreased knee stiffness appears to occur [7].

Research shows that programs that strengthen posterior limb musculature (in particular hamstring strength), improve rotational control of the limb underneath the pelvis, engage knee and hip flexion with jump landings, and improve balance are all favorable to ACL injury reduction in females [3, 4, 5 6].

It is likely that the increased risk of ACL injuries in females will come down to a multifactorial variable. We know from the Uhorchak study looking at West Point cadets [9] that several risk factors combine to have a 100% correlation with ACL injury (small femoral notch + generalized joint laxity + (in females only) – high BMI and knee laxity as evidenced by KT-1000). There is likely a risk



equation that combines anatomic factors, a unique hormonal environment, and a neuromuscular sequence that create a situation with high risk for ACL rupture.

## INTERVENTION PROGRAMS

Most prevention programs attempt to alter dynamic loading of the tibiofemoral joint through neuromuscular and proprioceptive training [7]. Successful programs include: traditional stretching, strengthening of “core” musculature and pelvic stabilizers, athlete’s awareness of high risk positions,

technique modification for these high risk positions (cutting, landing, decelerating), aerobic conditioning, sports specific agilities, proprioceptive and balance training and plyometrics.

*Landing technique:* landing softly on the fore-foot and rolling back to the rear foot, engaging knee and hip flexion upon landing, two-foot landing whenever possible.

*Cutting maneuvers:* avoid excessive dynamic valgus of the knee upon landing and squatting; aim to achieve the “knee over toe position”.

All orthopedic surgeons should strive to incorporate these intervention strategies into their post-operative ACL rehabilitation programs.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] ARENDT E.A., AGEL J., DICK R. 1999. Anterior Cruciate Ligament Injury Patterns Among Collegiate Men and Women. *J of Athletic Training* 34:86-92.
- [2] DEJOUR H., BONNIN M. 1994. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiographic tests compared. *J Bone Joint Surg (Br)* 1994;76: 745-749.
- [3] GRIFFIN L.Y., AGEL J., ALBOHM M.J., ARENDT E.A. et al. 2000. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: Risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 8(3):141-150.
- [4] GRIFFIN L.Y., ALBOHM M.J., ARENDT E.A. et al. 2005. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: A review of the Hunt Valley II Meeting. *Am J Sports Med* 2006;34: 1512-32.
- [5] HEWETT T.E., FORD K.R., MYER G.D. 2006. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *Am J Sports Med* 34:490-98.
- [6] HEWETT T.E., MYER G.D., FORD K.R. et al. 2005. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med* 33:492-501.
- [7] RENSTROM P., LJUNGQVIST A., ARENDT E. et al. 2008. Non-contact ACL injuries in the female athlete—An update (An International Olympic Committee Review). *Br J Sports Med*, in press.
- [8] SLOCUM B., SLOCUM T.D. 1993. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Vet. Clin. N. Amer. Small Anim. Pract.* 23(4):777-795.
- [9] UHORCHAK J.M., SCOVILLE C.R., WILLIAMS G.N., ARCIERO R.A., ST PIERRE P., TAYLOR D.C. 2003. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med.* 31(6):831-42.
- [10] WENTORF F.A., SUDOH K., MOSES C., ARENDT E.A., CARLSON C.S. 2006. The effects of estrogen on material and mechanical properties of the intra- and extra-articular knee structures. *Am J Sports Med* 34(12):1948-52.







# **INFLUENCE DES LÉSIONS DE “BONE BRUISE” DANS LA RÉÉDUCATION POSTOPÉRATOIRE DES LIGAMENTOPLASTIES DU LCA**

*B. QUÉLARD, P. CHAMBAT, O. RACHET, T. PROST*

Bien que l'existence des contusions osseuses soit connue depuis une vingtaine d'années, nous savons peu de chose sur leurs conséquences physiopathologiques dans les suites d'une reconstruction du LCA.

Désignées sous le terme de “bone bruises” dans les pays anglo-saxons, les contusions osseuses sont retrouvées dans 70 à 80 % des ruptures du ligament croisé antérieur (LCA), siégeant électivement sur le condyle fémoral externe au niveau de la fossette trochléo-condylienne et le rebord postérieur du plateau tibial externe (fig. 1). Elles résultent des forces de compression ou d'impaction induites par le traumatisme sur les surfaces articulaires.

Sur le plan histologique, ces lésions associent des micro-fractures trabéculaires, une hémorragie et un œdème médullaire [18, 21] qui vont se résorber dans des délais variant dans la littérature entre 6 semaines et 2 ans [5, 7, 9, 13, 17, 24, 25, 26]. Indécelables sur les radiographies et à l'arthroscopie, leur diagnostic repose sur l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) où elles apparaissent sous forme d'un hypo signal en T1 et d'un hyper-signal en T2 ainsi qu'en séquences STIR.



**Fig. 1 : Contusions osseuses du condyle et du plateau tibial externes**

Sur le plan clinique, des études comparatives ont montré que, lorsque la rupture du LCA s'accompagne de contusions osseuses, l'épanchement est plus long à se résorber, l'indolence articulaire plus longue à obtenir, la mobilité et la fonction musculaire plus longues à récupérer [12, 28].



La perte de mobilité après greffe du LCA est encore aujourd'hui une des complications les plus fréquentes de cette chirurgie (7 à 26 % selon les auteurs [2, 3, 10, 19, 22, 23]). Bien que le déficit d'amplitudes préopératoires et la chirurgie précoce soient les facteurs le plus souvent retrouvés corrélés à cette complication [6, 15, 16, 29], l'influence des contusions osseuses sur la récupération après ligamentoplastie n'a jamais été étudiée.

Déterminer la part de responsabilité qui incombe aux lésions de "bone bruises" sur les retards de récupération d'amplitudes après greffe du LCA et analyser les interactions entre le siège des contusions, le délai opératoire et les amplitudes préopératoires constituent les objectifs de ce travail.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### *Les patients*

De façon prospective, nous avons inclus dans notre étude tous les patients, sans distinction d'âge, de sexe ou de pratique sportive, présentant une rupture isolée du LCA, opérés entre janvier 2007 et mars 2008 par le même opérateur senior (PC) selon la même technique chirurgicale. Tous les participants ont passé une IRM dans les 6 mois précédant l'intervention. Les critères d'exclusion retenus ont été les suivants : greffes itératives, reconstructions du LCA associées à un geste

ligamentaire périphérique, à un geste ostéo-chondral ou osseux, patients dont l'IRM a été réalisée plus de 6 mois avant la date de l'intervention, sepsis postopératoire.

Le suivi à J45 et J90 a été assuré par le même observateur indépendant (BQ). Cet observateur n'a eu connaissance des données de l'IRM qu'à la fin de la période de suivi.

La série compte 217 patients dont 139 hommes (59,4 %). L'âge moyen de la population est de 29 ans (14 à 62 ans). 90,8 % des ruptures ligamentaires ont été occasionnées par un accident de sport avec une majorité d'accidents de ski (tableau 1). Le délai moyen entre la rupture et l'intervention est de 416 jours (7 jours à 30 ans) avec une médiane à 103 jours. Entre l'IRM et l'intervention le délai moyen est de 74 jours avec une médiane à 63 jours.

### *La technique opératoire*

Les interventions ont toutes été réalisées sous anesthésie générale et bloc crural. Les reconstructions du LCA [8] ont été faites sous contrôle arthroscopique, selon la technique de dehors en dedans, au moyen d'une autogreffe prélevée aux dépens du tiers moyen du tendon rotulien avec une baguette osseuse tibiale trapézoïdale et une baguette osseuse rotulienne. Au niveau fémoral, la fixation de la greffe est assurée par autoblocage de la baguette tibiale dans le tunnel du condyle latéral. Au niveau tibial, une vis d'in-

**Tableau 1 : Répartition des sports ou des activités à l'origine de la rupture du LCA**

Accidents responsables de la rupture	Nombre de cas	Pourcentage
Ski, snowboard	92	Accidents de sports 90,8 %
Football, rugby	47	
Basketball, volleyball, handball	31	
Tennis, squash, badminton	9	
Judo, karaté, boxe, lutte	9	
Sports divers (équitation, roller, VTT...)	9	9,2 %
Accidents voie publique et vie quotidienne	20	



terférence résorbable assure la fixation primaire de la baguette rotulienne. Le protocole d'antalgie instauré après la chirurgie a été le même pour tous. Le bon positionnement du transplant a été vérifié sur les radiographies postopératoires selon la technique décrite par Aglietti *et al.* [1].

### La rééducation

Le 0° d'extension a été recherché d'emblée. Les mobilisations en flexion, le réveil musculaire et la marche avec appui soulagé par 2 cannes anglaises ont été débutés dès le lendemain de l'intervention. Vers J4 la rééducation a été poursuivie soit dans notre centre spécialisé, soit au cabinet d'un kinésithérapeute libéral, le choix ayant été laissé à l'appréciation du patient en fonction de ses impératifs personnels. Quel que soit ce choix, les patients ont tous été soumis au même protocole de rééducation transmis aux thérapeutes (annexe 1). 99 (45,6 %) patients ont bénéficié d'une rééducation dans le service, 118 (54,4 %) ont

continué leur rééducation en libéral à raison de 3 séances par semaine.

### Protocole d'évaluation des retards de récupération

Une mesure goniométrique des amplitudes articulaires a été effectuée pour chaque patient la veille de l'intervention, à J45 et à J90.

Ont été considérés comme ayant un retard de récupération les patients présentant au moins un des 2 critères suivants :

- Flexum  $\geq 5^\circ$  et/ou flexion  $< 120^\circ$  à J45
- Flexum  $\geq 5^\circ$  et/ou flexion  $< 135^\circ$  à J90.

29 patients n'avaient pas récupéré une mobilité complète de leur genou avant l'intervention. 58 ont présenté un retard de récupération. Le déficit de mobilité concernait uniquement l'extension dans 18 cas, uniquement la flexion dans 6 cas. Chez 34 patients, le déficit était mixte, à la fois en flexion et en extension.

Annexe 1 : Protocole de rééducation

ETAPES	PRIORITES	OBJECTIFS	MOYENS
J4 – J45	Récupération de la fonction quadriceps en chaîne cinétique ouverte (CCO) et chaîne cinétique fermée (CCF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0° d'extension active</li> <li>• Mobilité 0°-130°</li> <li>• Renforcement quadriceps et ischio-jambiers</li> <li>• Reprise appui complet et autonomisation de la marche sur terrain plat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilisations passives manuelles de la rotule dans le plan frontal et sagittal</li> <li><u>Flexion</u></li> <li>• Mobilisations manuelles passives, actives aidées et actives. Rodage dans les amplitudes obtenues</li> <li>• Assouplissement de la chaîne musculaire antérieure</li> <li>• Renforcement des ischio-jambiers en CCO</li> <li>• Rodage sans résistance sur bicyclette, pédalage en piscine (J30)</li> <li><u>Extension</u></li> <li>• Assouplissements de la chaîne musculaire postérieure</li> <li>• Mobilisations passives manuelles et postures en extension si flexum</li> <li>• Contractions statiques volontaires des vastes + électrostimulation</li> <li>• Travail actif aidé (annulation poids de jambe) des vastes en concentrique, en CCO, dans les derniers degrés d'extension</li> <li><u>Autonomisation de la marche</u></li> <li>• Travail du quadriceps en CCF dans les derniers degrés d'extension et travail de transfert d'appui</li> <li>• Travail actif de la triple flexion</li> <li>• Travail proprioceptif en bipodal (J30)</li> </ul>
J45 – J90	Renforcement et contrôle musculaire global en CCF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilité subtotale</li> <li>• Renforcement de la chaîne musculaire postérieure</li> <li>• Renforcement quadriceps en CCF</li> <li>• Contrôle musculaire et de l'équilibre au cours d'exercices déstabilisants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Poursuite du travail analytique de l'étape précédente</u></li> <li>• Auto mobilisations</li> <li>• Travail statique et dynamique des ischio-jambiers contre des résistances progressivement croissantes</li> <li>• Electrostimulation du quadriceps</li> <li>• Assouplissement chaînes musculaires antérieure et postérieure</li> <li><u>Renforcement quadriceps en CCF</u></li> <li>• Activités physiques dans l'axe avec résistances progressivement croissantes (bicyclette, vélo elliptique rameur, stepper, presse oblique...)</li> <li>• Demi-squats</li> <li><u>Contrôle musculaire et de l'équilibre au cours d'exercices déstabilisants</u></li> <li>• Travail proprioceptif sur différents plans instables en bipodal puis monopodal</li> <li>• Auto-déséquilibres puis déséquilibres provoqués par le kinésithérapeute</li> </ul>



## **Protocole d'évaluation des contusions osseuses**

Chaque IRM a été vue et analysée par le même observateur à l'issue de la période de suivi. Ses résultats ont été confrontés à ceux du compte rendu fait par le radiologue. En cas de discordance, un 3<sup>e</sup> avis a été demandé et l'avis majoritaire retenu.

Sur chaque IRM ont été notées :

- L'existence ou non de contusions osseuses sur le compartiment fémoro tibial externe.
- Leur localisation : Condyle externe (CE) uniquement, Plateau tibial externe (PTE) uniquement, Condyle externe + Plateau tibial externe (CE + PTE).

156 patients (72 %) avaient à l'IRM une contusion sur le compartiment fémoro tibial externe : 104 siégeaient sur le condyle et le plateau tibial externes, 52 concernaient uniquement le plateau tibial externe. Aucune contusion isolée du condyle externe n'était retrouvée.

### **Analyse statistique**

L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel Epi Info version 3. Nous avons retenu six facteurs susceptibles d'influencer la récupération postopératoire : l'âge, le sexe, le déficit de mobilité préopératoire, la présence de contusion(s) osseuse(s), le délai opératoire < 45 jours, le mode de prise en charge postopératoire (rééducation en centre ou en libéral). Ces facteurs supposés à risque ont tout d'abord fait l'objet d'une analyse univariée : les variables qualitatives ont été comparées par un test du Khi-deux de Pearson ou par un test de Fischer lorsque les effectifs étaient insuffisants, les variables quantitatives ont été comparées par un test *t* de Student. Nous avons ensuite étudié les relations entre les différents facteurs trouvés significatifs à l'issue de l'étape précédente par une analyse multivariée faisant appel à la régression logistique. Puis nous avons analysé l'influence du délai opératoire.

Le seuil de significativité des tests a été fixé à 5 % ( $p < 0,05$ ).

## **RÉSULTATS**

### **Analyse des facteurs supposés à risque**

Sur les 6 facteurs retenus, 4 ont été trouvés significativement liés à un retard de récupération tel que nous l'avons défini plus haut :

- le déficit de mobilité préopératoire ( $p < 10^{-9}$ )
- la présence d'une contusion du condyle externe ( $p < 10^{-9}$ )
- le délai opératoire < 45 jours ( $p = 0,003$ )
- le sexe féminin ( $p = 0,049$ ).

Ce 4<sup>e</sup> facteur est à la limite du seuil de significativité retenu.

L'âge, la présence d'une contusion isolée du plateau tibial externe et le mode de prise en charge n'ont eu aucune incidence significative sur la récupération postopératoire dans cette étude (tableau 2).

Aucune différence significative n'a été trouvée entre le groupe de patients ayant une contusion isolée du plateau tibial externe et celui n'ayant aucune contusion (respectivement 9,6 % et 8,2 % de retards de récupération avec une valeur de  $p$  à 0,72 au test exact de Fischer).

### **Analyse des facteurs trouvés à risque**

Les 4 facteurs trouvés précédemment liés à un retard de récupération ont été introduits dans le modèle de régression logistique. Les résultats de l'analyse multivariée, donnés dans les tableaux 3 et 4, montrent que 3 facteurs restent significatifs, chacun de ces facteurs pouvant induire un retard de récupération indépendamment des 2 autres. Ces 3 facteurs sont :

- le déficit de mobilité préopératoire ( $p < 10^{-5}$ )
- la présence d'une contusion du condyle externe ( $p < 10^{-5}$ )
- le sexe féminin ( $p = 0,015$ ).

Déficit de mobilité préopératoire et présence d'une contusion du condyle externe sont étroitement liés : 24 des 29 patients (82,7 %) qui n'avaient pas récupéré leurs amplitudes avant l'intervention avaient une contusion

du condyle externe contre 80 des 188 patients (42,7 %) qui avaient une mobilité complète préopératoire (khi-deux = 16,27 ;  $p = 0,000056$ ). Cependant, ces 2 facteurs restent significatifs dans le modèle de régression logistique ce qui veut dire que la présence d'une contusion du condyle externe est un facteur de risque de retard de récupération même en l'absence d'un déficit de mobilité préopératoire.

**Tableau 2 : Facteurs corrélés aux retards de récupération (analyse univariée)**

Facteurs		Retards de récupération	Khi-deux	p
Déficit de mobilité préopératoire	Oui	75,1 %	41,3	<b>&lt;10<sup>9</sup></b>
	Non	19,1 %		
Présence d'une contusion quel que soit le siège	Oui	34 %	14,9	<b>0,0001</b>
	Non	8,2 %		
Présence d'une contusion uniquement sur PTE*	Oui	9,6 %	0,07	0,97
	Non	8,2 %		
Présence d'une contusion sur CE** + PTE*	Oui	46,2 %	38,5	<b>&lt;10<sup>9</sup></b>
	Non	8,8 %		
Délai opératoire < 45 jrs	Oui	38,5 %	11,0	<b>0,003</b>
	Non	18,3 %		
Mode de prise en charge postopératoire	Centre	29,3 %	0,6	0,43
	Libéral	24,6 %		
Sexe	Femmes	34,6 %	3,9	<b>0,049</b>
	Hommes	22,3 %		
Age	Age moyen des patients avec retard de récupération		Test t 0,24	0,67
	Age moyen des patients sans retard de récupération			
		29,2 ans		

PTE\* : plateau tibial externe. CE\*\* : condyle externe

**Tableau 3 : Tableau de régression logistique initial incluant tous les facteurs trouvés significatifs dans l'analyse univariée**

Facteur	Coefficient	p	Odds Ratio (OR)	Intervalle de confiance de l'Odds Ratio à 95 %
Déficit de mobilité préopératoire	-2,11	<b>0,0001</b>	0,12	[0,04-0,36]
Présence d'une contusion sur CE + PTE	2,05	<b>&lt;10<sup>5</sup></b>	7,77	[3,4-17,5]
Délai opératoire < 45 jrs	0,42	0,41	1,52	[0,6-4,1]
Sexe	-0,88	<b>0,025</b>	0,42	[0,19-0,90]



**Tableau 4 : Tableau de régression logistique final après élimination du facteur de risque non significatif**

Facteur	Coefficient	p	Odds Ratio (OR)	Intervalle de confiance de l'Odds Ratio à 95 %
Déficit de mobilité préopératoire	- 2,27	<10 <sup>-5</sup>	0,10	[0,04-0,29]
Présence d'une contusion sur CE + PTE	2,02	<10 <sup>-5</sup>	7,57	[3,36-17,05]
Sexe	- 0,94	<b>0,015</b>	0,39	[0,18-0,83]

Concernant le sexe féminin, ni le déficit de mobilité préopératoire, ni la présence d'une contusion du condyle externe ne sont liés significativement à ce facteur (respectivement khi-deux = 0,46 ; p = 0,50 et khi-deux = 0,06 ; p = 0,81).

### ***Influence du délai opératoire***

Le délai opératoire < 45 jours n'a d'incidence sur la récupération postopératoire que dans le groupe de patients ayant une contusion du condyle externe (p = 0,00005). Dans le groupe de patients n'ayant aucune contusion ou une contusion isolée du plateau tibial externe, dans le groupe des femmes et dans celui

des patients ayant un déficit de mobilité préopératoire, la différence entre une chirurgie avant et après 45 jours post traumatiques n'est pas significative (tableau 5).

Dans le groupe de patients opérés avant 45 jours, les retards de récupération sont fortement corrélés au déficit de mobilité préopératoire (p = 0,0008) et à la présence d'une contusion du condyle externe (p <10<sup>-5</sup>) (tableau 6).

Il est important de noter que dans le groupe de patients ayant une contusion du condyle externe et des amplitudes préopératoires totales, 75 % de ceux opérés avant 45 jours ont présenté un retard de récupération contre 31 % de ceux opérés après 45 jours (Test exact de Fischer p = 0,02).

**Tableau 5 : Influence du délai opératoire sur le risque de retard de récupération en fonction des facteurs étudiés**

Facteur	DO*	n	Retards de récupération	Khi-deux	p
Déficit de mobilité préopératoire	< 45 jrs	15	80 %	(Test de Fischer)	0,46
	≥ 45 jrs	14	71,4 %		
Présence d'une contusion sur CE + PTE	< 45 jrs	21	85,7 %	16,5	<b>0,00005</b>
	≥ 45 jrs	83	36,1 %		
Sexe féminin	< 45 jrs	20	50 %	0,24	0,62
	≥ 45 jrs	58	29,3 %		
Absence de contusion	< 45 jrs	5	0 %	(Test de Fischer)	0,64
	≥ 45 jrs	56	8,9 %		
Contusion isolée PTE	< 45 jrs	13	0 %	(Test de Fischer)	0,22
	≥ 45 jrs	39	12,8 %		

DO\* : Délai opératoire

**Tableau 6 : Influence du déficit de mobilité préopératoire, de la présence d'une contusion du condyle externe et du sexe chez les patients ayant un délai opératoire < 45 jours**

Facteur		n	Retards de récupération	Khi-deux	p
Déficit de mobilité préopératoire	Oui	15	80 %	11,2	0,0008
	Non	24	25 %		
Présence d'une contusion sur CE + PTE	Oui	21	85,7 %	28,6	<10 <sup>-5</sup>
	Non	18	0 %		
Sexe	Femmes	20	50 %	0,24	0,62
	Hommes	19	42,1 %		

DO\* : Délai opératoire

## DISCUSSION

La prévention des difficultés de récupération et des pertes de mobilité dans les suites des ligamentoplasties du croisé fait partie des préoccupations quotidiennes du chirurgien et du rééducateur. La recherche de facteurs favorisant cette complication a fait l'objet de nombreuses études dont les résultats sont bien souvent contradictoires quant à l'implication de certains facteurs et notamment celle du délai opératoire [10, 11, 14, 20, 27]. Déjà en 1995, Cosgarea *et al.* [6] avaient noté une corrélation entre le déficit d'extension préopératoire et la raideur après chirurgie du LCA, résultats corroborés en 2004 par Mayr *et al.* [16] qui concluent que le déficit de mobilité postopératoire est plus lié à l'inflammation et aux amplitudes préopératoires qu'au délai opératoire lui-même.

Les résultats de notre étude sont non seulement en adéquation avec ceux de ces auteurs mais ils permettent de comprendre la variabilité de la significativité du délai opératoire en fonction des séries. Seule la contusion du condyle externe est un facteur de risque, celle siégeant sur le plateau tibial externe n'a aucune incidence sur la récupération postopératoire. 72 % des patients de notre série présentaient une lésion de "bone bruise" mais 48 % seulement avaient une contusion fémorale. Délai opératoire et contusion du condyle

externe sont étroitement liés. Plus le délai est court entre le traumatisme et l'intervention, plus les contusions osseuses risquent d'être encore présentes lors de la chirurgie compte tenu du temps nécessaire à leur résorption (6 semaines à 2 ans). Inversement, plus le délai opératoire augmente, plus les contusions ont des chances d'avoir disparu, ce qu'a confirmé l'étude d'Atkinson [4] avec une diminution de la fréquence de ces lésions d'un tiers entre 4 et 10 semaines après le traumatisme et de 50 % entre 10 et 26 semaines. Les délais de résorption doivent probablement dépendre de l'importance de l'hémorragie et de l'œdème médullaire.

Le déficit de mobilité préopératoire est également un facteur de risque majeur. Il est lié de façon très significative à la contusion du condyle externe ce qui va dans le sens des constatations de Johnson [12] : les amplitudes articulaires sont plus longues à récupérer lorsque la rupture du LCA est associée à des contusions osseuses. Le risque d'avoir une rééducation difficile est élevé pour les patients opérés avant 45 jours sans avoir récupéré une mobilité complète de leur genou (80 % de retards de récupération). Cependant, des amplitudes articulaires totales ne mettent pas à l'abri de difficultés de récupération, s'il existe une contusion du condyle externe (75 % de retards de récupération en cas de chirurgie avant 45 jours post-traumatiques).



Dans notre série, le sexe féminin est un facteur de risque que nous ne pouvons expliquer. Ce facteur n'a jamais été trouvé corrélé aux retards de récupération dans les publications antérieures. Une seule étude fait état d'une liaison significative entre la perte de mobilité postopératoire et le sexe masculin [11]. Comparativement au groupe des hommes, la contusion du condyle externe et le déficit de mobilité n'étaient pas plus fréquents chez les femmes. Néanmoins 34,3 % des femmes qui avaient une contusion du condyle externe ont été opérées avant 45 jours contre 14,5 % des hommes (khi-deux = 6,50 ;  $p = 0,01$ ).

Le principal point faible de notre étude réside dans le délai entre la date de l'IRM et celle de l'intervention, sachant que la moitié des contusions disparaissent dans les 6 mois qui suivent le traumatisme. La répartition de la population en fonction du délai IRM – chirurgie est donnée dans le graphique 1. Ce biais aurait pu être évité par la réalisation systématique à tous les patients d'une IRM dans les 4 semaines avant la date opératoire. En pratique, cela reste difficile, les patients arrivant bien souvent avec leurs clichés d'imagerie lors de la 1<sup>re</sup> consultation auprès du chirurgien.

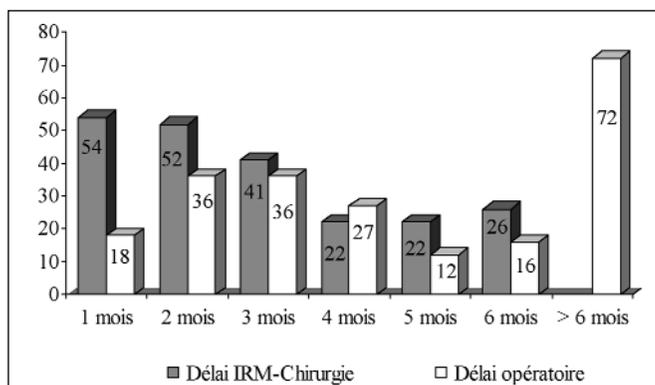
Notre choix d'un délai opératoire dichotomisé à 45 jours laisse à penser, mais sans pouvoir l'affirmer, que la plupart des contusions visibles sur les IRM préopératoires devaient être encore présentes au moment de la chirurgie chez les patients opérés moins de

45 jours après la rupture ligamentaire. La variabilité des délais de résorption de ces lésions permet d'expliquer l'absence de retards de récupération chez des patients présentant des contusions, du condyle externe, opérés avant 45 jours (14,3 %) et, inversement, l'existence de retard de récupération chez des patients qui avaient des contusions condyliennes externes et opérés au-delà de 45 jours (36,1 %).

## CONCLUSION

De notre étude il ressort que la lésion de "bone bruise" du condyle externe et le déficit de mobilité préopératoire sont des facteurs de risque majeur de rééducation difficile après greffe du ligament croisé antérieur. Ces 2 facteurs sont étroitement liés. Cependant, une mobilité complète en préopératoire ne permet pas d'éliminer avec certitude des suites difficiles s'il existe une contusion condylienne externe, d'autant que le patient est opéré rapidement après le traumatisme responsable de la rupture.

Une chirurgie ne devrait être envisagée précocement qu'en l'absence totale de contusion osseuse à l'IRM ou éventuellement si la contusion osseuse est localisée uniquement sur le plateau tibial externe chez des patients ayant récupéré une mobilité complète de leur genou.



**Graphique 1 : Répartition de la population (nombre de patients) en fonction du délai opératoire et du délai entre l'IRM et l'intervention.**



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AGLIETTI P., BUZZI R., D'ANDRIA S., ZACCHEROTTI G. 1992. Long-term study of anterior cruciate ligament reconstruction for chronic instability using the central one-third patellar tendon and a lateral extraarticular tenodesis. *Am. J. Sports Med.* 20(1) : 38-45.
- [2] ALLUM R. 2003. Complications of arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J. Bone Joint Surg. Br.* 85(1) : 12-16.
- [3] ALMEKINDERS L.C., MOORE T., FREEDMAN D., TAFT T.N. 1995. Post operative problems following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 3(2) : 78-82.
- [4] ATKINSON P.J., COOPER T.G., ANSETH S. *et al.* 2008. Association of knee bone bruise frequency with time post injury and type of soft tissue injury. *Orthopedics* 31(5) : 440.
- [5] BRET LAU T., TUXOE J., LARSEN L. *et al.* 2002. Bone bruise in the acutely injured Knee. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 10(2) : 96-101.
- [6] COSGAREA A.J., SEBASTIANELLI W.J., DEHAVEN K.E. 1995. Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patellar tendon autograft. *Am. J. Sports Med.* 23(1) : 87-92.
- [7] DAVIES N.H., NIALL D., KING L.J. *et al.* Magnetic resonance imaging of bone bruising in the acutely injured knee-short-term outcome. *Clin. Radiol.* 59(5) : 439-445.
- [8] GAROFALO R., MOUHSINE E., CHAMBAT P., SIEGRIST O. 2006. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: The two incision technique. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 14: 5-10.
- [9] GRAF B.K., COOK D.A., DE SMEET A.A., KEENE J.S. 1993. "Bone Bruise" on magnetic resonance imaging evaluation of anterior cruciate ligament injuries. *Am. J. Sports Med.* 21(2) : 220-223.
- [10] GRAF B.K., OTT J.W., LANGE R.H., KEENE J.S. 1994. Risk factors for restricted motion after anterior cruciate reconstruction. *Orthopedics.* 17(10): 909-912.
- [11] HARNER C.D., IRRGANG J.J., PAUL J. 1992. Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.* 20(5) : 499-506.
- [12] JOHNSON D.L., BEALLE D.P., BRAND J.C. *et al.* 2000. The effect of a geographic lateral bone bruise on knee inflammation after acute ACL rupture. *Am. J. Sports Med.* 28(2): 152-155.
- [13] LAHM A., ERGGELET C., STEINWACHS M., REICHEL A. 1998. Articular and osseous lesions in recent ligament tears: arthroscopic changes compared with magnetic resonance imaging findings. *Arthroscopy.* 14(6): 597-604.
- [14] MARCACCI M., ZAFFAGNINI S., IACONO F. *et al.* 1995. Early versus late reconstruction for ACL rupture. *Am. J. Sports Med.* 23(6) : 690-693.
- [15] MAURO S.C., IRRGANG J.J., WILLIAMS B.A., HARNER C.D. 2008. Loss of extension following ACL reconstruction: Analysis of incidence and etiology using IKDC Criteria. *Arthroscopy* 24(2) : 146-153.
- [16] MAYR H.O., WEIG T.G., PLITZ W. 2004. Arthrofibrosis following ACL reconstruction – reasons and outcome. *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 124(8): 518-522.
- [17] MILLER M.D., OSBORNE J.R., GORDON W.T. *et al.* 1998. The natural history of bone bruises. A prospective study of magnetic resonance imaging-detected trabecular microfractures in patients with isolated medial collateral ligament injuries. *Am. J. Sports Med.* 26(1) : 15-19
- [18] MINK J.H., DEUTSCH A.L. 1989. Occult cartilage and bone injuries of the knee: Detection, classification and assessment with RMI. *Radiology* 170 : 823-829.
- [19] MOHTADI N.G., WEBSTER-BOGAERT S., FOWLER P.J. 1991. Limitation of motion following anterior cruciate ligament reconstruction. A case-control study. *Am. J. Sports Med.* 19(6) : 620-625.
- [20] NOYES F.R., BERRIOS-TORRES S., BARBER-WESTIN S.D., HECKMANN T.P. 2000. Prevention of permanent arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction alone or combined with associated procedures: a prospective study in 443 knees. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 8(4) : 196-206.
- [21] RANGGER C., KATHREIN A., FREUND M.C., KLESTIL T., KRECZY A. 1998. Bone bruise of the knee: histology and cryosections in 5 cases. *Acta Orthop. Scand.* 69(3) : 291-294.
- [22] SHELBOURNE KD, GRAY T. 1997. ACL reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-years follow-up. *Am. J. Sports Med.* 25(6) : 332-336.
- [23] SHELBOURNE K.D., WILCKENS J.H., MOLLABASHY A., DECARLO M. 1991. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Am. J. Sports Med.* 19(4) : 332-336.
- [24] SPEER K.P., SPRITZER C.E., BASSETT F.H. 3<sup>rd</sup>, FEAGIN J.A. Jr, and GARRETT W.E. Jr 1992. Osseous injury associated with acute tears of the anterior cruciate ligament. *Am. J. Sports Med.* 20(4) : 382-389.
- [25] SPEER K.P., WARREN R.F., WICKIEWICZ T.L., HOROWITZ T.L., HENDERSON L. 1995. Observations on the injury mechanism of anterior cruciate ligament tears in skiers. *Am. J. Sports Med.* 23(1) : 77-81.
- [26] SPINDLER K.P., SCHILS J.P., BERGFELD J.A. *et al.* 1993. Prospective study of osseous, articular and meniscal lesions in recent anterior cruciate ligament tears by magnetic resonance imaging and arthroscopy. *Am. J. Sports Med.* 21(4) : 551-557.
- [27] STERETT W.I., HUTTON K.S., BRIGGS K.K., STEADMAN J.R. 2003. Decreased range of motion following acute versus chronic ACL reconstruction. *Orthopedics* 26(2) : 151-155.
- [28] VINCKEN P.W., TER BRAAK B.P., VAN ERKEL A.R. *et al.* 2006. Clinical consequences of bone bruise around the knee. *Eur. Radiol.* 16(1): 97-107.
- [29] WASILEWSKI S.A., COVALL D.J., COHEN S. 1993. Effect of surgical timing on recovery and associated injuries after cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.* 21(3) : 338-342.







# **LIGAMENT CROISÉ POSTÉRIEUR : ANATOMIE ET BIOMÉCANIQUE**

A. PINAROLI, S. LUSTIG, J-M. FAYARD, E. SERVIEN, PH. NEYRET

## **INTRODUCTION**

Le ligament croisé postérieur (LCP) est un des principaux stabilisateurs du genou, absorbant 90 à 95 % des contraintes s'opposant à la translation postérieure du tibia sur le fémur [1, 5, 6, 7, 16]. C'est un continuum complexe et anisométrique de fibres, dont les composantes diffèrent en orientation et en tension en fonction du degré de flexion du genou. Bien que le LCP n'ait pas de véritable séparation anatomique entre ses faisceaux, on peut différencier, du point de vue fonctionnel, un composant antérolatéral (AL) et un composant postéromédial (PM), selon la localisation de leurs insertions fémorales [5, 7].

Connaître l'anatomie et la biomécanique du LCP est important pour comprendre les mécanismes de lésion ligamentaire, mais aussi leur traitement [3].

## **ANATOMIE**

### **Généralités**

Le ligament croisé postérieur (LCP) est nommé ainsi car son insertion tibiale est postérieure, et

qu'il contrôle la laxité postérieure du tibia. Il est intra-articulaire mais extra-synovial. La synoviale naît de la capsule postérieure et recouvre le ligament en avant de celui-ci ainsi que sur ses côtés médial et latéral. Distalement, l'insertion du ligament se prolonge avec la capsule et le périoste tibial [16].

La longueur du LCP, mesurée genou fléchi à 90°, est d'environ 38 mm. Son calibre, mesuré sur la tranche de section en plein corps est de 5 mm en antéropostérieur sur 14 mm en médiolatéral [7, 14], lui donnant un aspect rectangulaire [6].

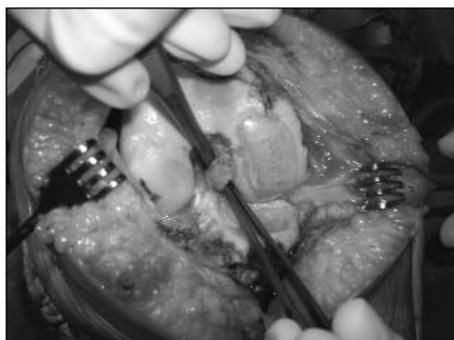
Certains auteurs ont décrit jusqu'à 4 contingents de fibres [7], mais deux faisceaux sont classiquement décrits par la majorité des auteurs, même s'il n'existe pas de véritable séparation des fibres [1, 5, 11, 16].

Le faisceau antérolatéral (AL) représente la majorité du volume alors que le faisceau postéromédial (PM) est beaucoup plus fin [16]. Ainsi, les fibres AL pourraient représenter 80 à 95 % du LCP sur des coupes transversales en son milieu [5, 7].

Les fibres du faisceau AL s'insèrent schématiquement plus en avant et latéralement sur le tibia et ont une direction plutôt verticale



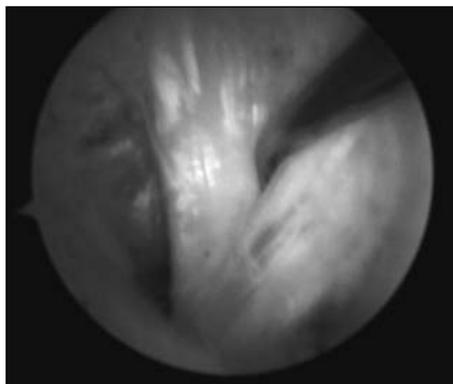
pour se terminer sur la face axiale du condyle médial, à la partie antérieure de l'échancre, jusqu'à la limite avec le cartilage, en avant des fibres du faisceau PM. En effet, les fibres de ce faisceau PM s'insèrent sur le tibia très distalement et ont une direction plus horizontale pour se terminer sur la face axiale du condyle fémoral médial. La distribution des fibres du LCP confère à ce dernier la forme d'un sablier ou d'un éventail (fig. 1 et 1 bis), principalement lorsque le genou est fléchi à 90°, et particulièrement visible sur des vues arthroscopiques (fig. 2).



**Fig. 1 :** Vue anatomique du LCP et ligament de Humphrey dans l'échancre intercondylienne, genou fléchi à 90° (genou droit, patella luxée en dehors).



**Fig. 1 bis :** Vue anatomique du LCP (genou droit, vue postérieure).



**Fig. 2 :** Vue arthroscopique du LCP genou fléchi à 90° (genou droit). Aspect en éventail des fibres du LCP. Les deux faisceaux sont assez distinctement individualisés.

### *Insertion tibiale*

L'insertion tibiale du LCP se situe sur une dépression environ 1 cm en arrière des deux épines tibiales, l'insertion des fibres des deux faisceaux s'étendant de médial vers latéral [16] sur une surface presque carrée de 14 x 14 mm [7, 10]. L'insertion des fibres du faisceau AL se situe juste en arrière de l'insertion de la corne postérieure du ménisque latéral, environ 2 mm en arrière du bord postérieur du plateau tibial latéral, sur une zone ayant la forme d'un trapèze à plus grande base postérieure [5]. La surface d'insertion de ce faisceau AL est d'environ 47 mm<sup>2</sup> [15]. L'insertion des fibres du faisceau PM se fait plus en arrière, médialement et distalement, sur la surface rétrospinale, se prolongeant en bas et se confondant alors avec l'insertion de la capsule postérieure du genou et le périoste tibial. Sa limite distale peut être marquée par la présence d'un petit relief osseux tibial formant un pont transversal. Cette surface d'insertion a plutôt une forme ronde [5] et représente environ 116 mm<sup>2</sup> [15].

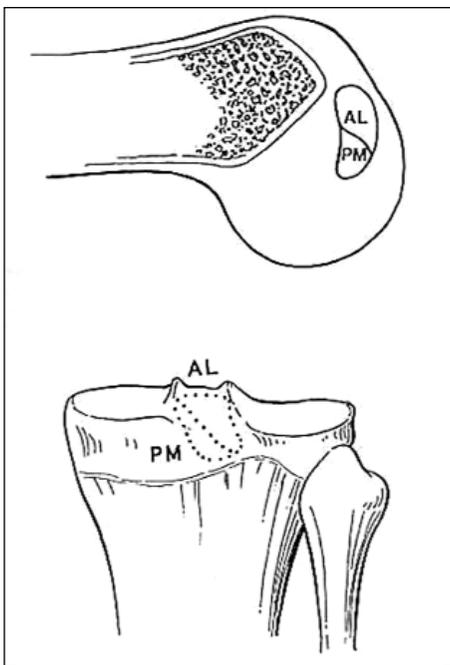
### *Insertion fémorale*

L'insertion fémorale du LCP se situe sur la face axiale du condyle fémoral médial, ses

fibres s'attachant d'avant en arrière [16]. Elle est variable en forme et en taille, respectant toutefois généralement la forme d'une demi-lune [5], avec une distance antéro-postérieure d'environ 31 mm et médiolatérale d'environ 11 mm en avant pour 6 mm en arrière [7, 11].

Le centre de l'insertion fémorale du faisceau AL se situe 13 mm en arrière du cartilage du condyle médial et 13 mm en arrière du cartilage par rapport au toit de l'échancrure. Le centre de l'insertion du faisceau PM se situe lui 8 mm en arrière du cartilage du condyle médial et 20 mm en arrière par rapport au cartilage du toit de l'échancrure [11]. La surface d'insertion fémorale du faisceau AL est d'environ 58 mm<sup>2</sup> et celle du faisceau PM d'environ 65 mm<sup>2</sup> [15].

Les surfaces d'insertion tibiale et fémorale des différents faisceaux sont représentées sur la figure 3.



**Fig. 3 :** Représentation des surfaces d'insertion fémorale et tibiale des faisceaux antéro-latéraux (AL) et postéromédial (PM) du LCP.

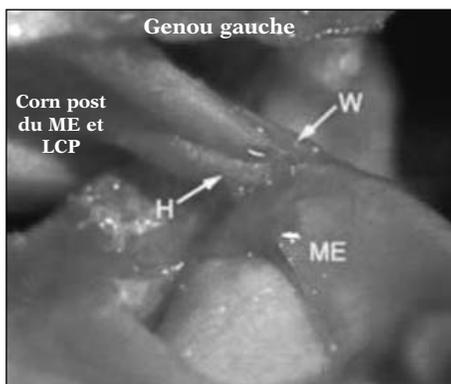
### **Ligaments ménisco-fémoraux de Wrisberg et Humphrey**

Les ligaments ménisco-fémoraux sont inconstants, tant par leur présence que par leur volume [6, 7, 9, 14, 15, 16].

Le ligament ménisco-fémoral postérieur de Wrisberg peut être aussi large que la moitié du LCP. Il traverse obliquement la face postérieure du LCP, de la corne postérieure du ménisque latéral jusqu'à la face axiale du condyle fémoral médial. Son attache sur la corne postérieure du ménisque latéral est variable, et peut aussi provenir du tibia ou de la capsule postérieure, des fibres s'étendant alors indirectement vers le ménisque [16].

Le ligament ménisco-fémoral antérieur de Humphrey n'est jamais plus gros qu'un tiers du diamètre du LCP. Il s'insère distalement sur la corne postérieure du ménisque latéral et s'étend en avant du LCP jusqu'à la face axiale du condyle fémoral médial son insertion se confondant avec les fibres du LCP [16].

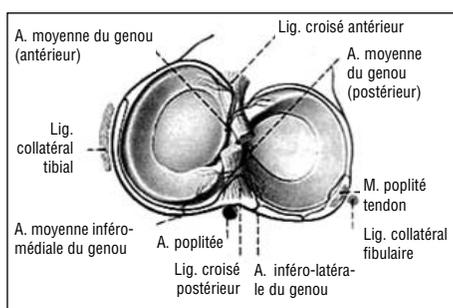
Schématiquement, ces deux ligaments forment une "boutonnière" à travers laquelle passe le ligament croisé postérieur à sa partie moyenne (fig. 4).



**Fig. 4 :** Ligaments ménisco-fémoraux : antérieur de Humphrey (H) et postérieur de Wrisberg (W), s'insérant sur la corne postérieure du ménisque latéral (ME) (Courtoisie J.C. Panisset et P. Chambat).

## Vascularisation/rapports vasculaires

L'artère articulaire moyenne du genou naît de l'artère poplitée, à sa face antérieure, en arrière de la surface poplitée du fémur. Elle traverse en avant la capsule articulaire postérieure et pénètre l'articulation du genou dans l'échancrure intercondylienne. Cette branche assure la vascularisation des deux ligaments croisés, d'une partie de la membrane synoviale, de la capsule postérieure et des épiphyses fémorale et tibiale (fig. 5).



**Fig. 5 : Représentation de la vascularisation des ligaments croisés à partir de branches de l'artère poplitée. Noter la proximité de cette dernière par rapport à l'insertion tibiale du LCP.**

De nombreuses petites branches collatérales pénètrent le LCP à différents niveaux et s'étendent proximale et distalement en son corps, permettant une partie de sa vascularisation. Le reste de la vascularisation du LCP est assuré par la synoviale, et une partie de collatérales capsulaires provenant des artères articulaires inférieures pour ce qui concerne son insertion tibiale [16].

La proximité de l'artère poplitée est importante à prendre en compte lorsque des gestes chirurgicaux doivent être effectués dans cette région anatomique. La distance moyenne entre l'insertion tibiale du LCP et l'artère, dans le plan sagittal, est de 7,6 mm variant selon les genoux de 2 à 18 mm, et selon les différents degrés de flexion du genou, en augmentant de l'extension jusqu'à 100° de flexion [8].

## Innervation

Le nerf articulaire postérieur, issu du nerf tibial postérieur, est la principale branche d'innervation du LCP. Il se dirige en avant vers la capsule articulaire postérieure et distribue des branches nerveuses qui traversent le ligament poplité oblique et innervent alors la capsule postérieure et la partie postérieure des ménisques. Quelques fibres nerveuses traversent la capsule et se distribuent autour du LCP sur la synoviale.

Des mécanorécepteurs ont été retrouvés sur le LCP, comme les corpuscules de Golgi, qui se disposent à la surface du LCP, leur grand axe dans l'axe de ses fibres, et principalement près de son insertion fémorale [16]. D'autres auteurs retrouvent d'autres mécanorécepteurs uniformément répartis dans le LCP et comprenant des corpuscules lamellaires simples, des corpuscules Pacini-like, des corpuscules de Pacini, des corpuscules Krause-like et d'autres non classés [4]. Ceci souligne l'important rôle proprioceptif du LCP dans le genou.

## BIOMÉCANIQUE

### Propriétés mécaniques du LCP

Elles sont difficiles à déterminer du fait des différences qui existent entre les contingents AL et PM. Elles sont d'autre part influencées par l'âge, la vitesse de la mise en charge et son point d'application.

Malgré une surface en tranche de section de 120 à 150 % de celle du LCA, le LCP est 2 fois plus résistant, le faisceau AL étant 2,3 fois plus résistant que le faisceau PM et presque 3 fois plus résistant que les ligaments ménisco-fémoraux.

La résistance à la rupture du LCP est évaluée à 1700 Nm, environ 1120 Nm pour le fais-

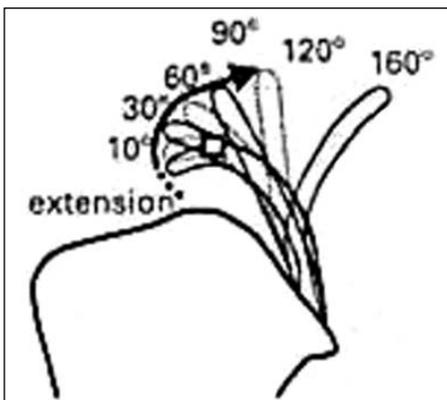
ceau AL, 419 Nm pour le faisceau PM et 297 Nm pour les ligaments ménisco-fémoraux [6].

Le module d'élasticité du faisceau AL est 2 fois plus élevé que celui du faisceau PM, mais quasiment identique à celui des ligaments ménisco-fémoraux [6].

### **Variations de distance entre les sites d'insertion du LCP : non-isométrie** (fig. 6)

Le site fémoral d'insertion des fibres est prépondérant pour les variations de distance des sites d'insertion. Les tests portant sur l'isométrie du LCP s'accordent sur le fait que le point isométrique fémoral se situe peut-être en dehors du LCP, mais que les fibres les plus isométriques sont les fibres postérieures du faisceau PM [3]. Ceci explique que le LCP dans son ensemble est non isométrique.

L'éloignement des sites d'insertion est de 1 mm pour les fibres postérieures et atteint jusqu'à 10 mm pour les fibres les plus antérieures. Or, l'éloignement de ces sites pour les fibres les plus antérieures dépasse les capacités élastiques des fibres tendineuses.

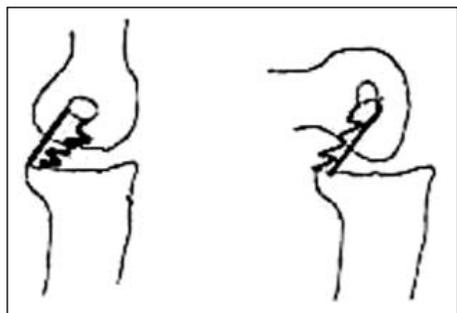


**Fig. 6 :** Représentation de l'orientation du LCP et de ses variations de longueur, de l'extension vers la flexion du genou.

Afin d'éviter la rupture, ces fibres antérieures sont donc détendues en flexion. Ce relâchement représente une réserve de longueur qui permet une mise en tension seulement à partir de 45° de flexion du genou. Les fibres les plus postérieures, presque isométriques, sont elles tendues en extension.

Dans ce système, il semble donc exister un recrutement différent des différentes fibres ou faisceaux de fibres lors du passage de l'extension vers la flexion du genou. Jusqu'à 90°, les fibres les plus postérieures du LCP se détendent progressivement, alors que les fibres les plus antérieures se tendent [7]. Par ailleurs, et dans le même temps, sous l'effet du roulement-glisement où le condyle recule, l'insertion fémorale recule par rapport au tibia et verticalise le LCP. Afin de pallier le moins bon contrôle des contraintes antéro-postérieures dans cette position, les fibres les plus postérieures se tendent à nouveau, tout le LCP étant en tension maximale au-delà de 90° de flexion du genou [7, 16].

Ainsi, en raisonnant en fonction des deux contingents de fibres du LCP, les fibres du faisceau AL sont détendues en extension, et se tendent en flexion. A contrario, les fibres du faisceau PM sont tendues en extension et se détendent en flexion [3, 6, 11, 12] (fig. 7). Les deux faisceaux sont à nouveau tendus en flexion au-delà de 90°.



**Fig. 7 :** Tension des faisceaux AL et PM en extension et flexion à 90° du genou. Le faisceau AL est relâché en extension et tendu à 90°. Le faisceau PM est tendu en extension et relâché à 90°.

## **Mise en charge du LCP dans les conditions physiologiques**

Le LCP s'oppose aux contraintes antéro-postérieures appliquées au tibia, mais en fonction de la charge et du degré de flexion du genou, ce ne sont pas les mêmes structures qui absorbent les contraintes [2, 13].

Ainsi, un tiroir postérieur de 2 mm entre 0 et 30° de flexion, est contrôlé à 65 % par les structures périphériques, à 35 % par le faisceau PM et à 0 % par le faisceau AL. Lors de la flexion, la répartition des contraintes se modifie avec, à 90° de flexion, une diminution nette des contraintes de la périphérie (15 %) en faveur des contraintes du LCP (85 %), majoritairement dans le faisceau AL (65 % contre 20 % pour le faisceau PM).

Dans des conditions physiologiques, le LCP semble être le facteur déterminant dans la localisation du centre de rotation du genou [11], assurant par sa présence une isométrie des plans ligamentaires périphériques.

Ces données ont des implications importantes à intégrer lors de la reconstruction chirurgicale des lésions ligamentaires multiples, centrales et périphériques du genou.

## **Mécanique des ligaments ménisco-fémoraux**

Inconstants, ces ligaments ménisco-fémoraux ont un rôle encore mal connu.

L'action des ligaments ménisco-fémoraux est visible lorsque le genou est fléchi et que le condyle fémoral latéral glisse en avant du plateau tibial latéral. Le LCP est alors le stabilisateur principal empêchant la translation tibiale postérieure, les ligaments collatéraux étant détendus.

Le ligament ménisco-fémoral antérieur (Humphrey) se tend dans cette position et tire la corne postérieure du ménisque latéral en avant et médialement. Cette action semble contrebalancer celle du muscle poplité, qui tire en arrière le ménisque latéral lors de la flexion du genou grâce à ses fibres attachées sur sa corne postérieure [7, 16].

Le ligament ménisco-fémoral postérieur (Wrisberg) est tendu lui en extension et se détend dès les premiers degrés de flexion du genou [7].

## **CONCLUSION**

Une bonne connaissance de l'anatomie et de la biomécanique du ligament croisé postérieur est indispensable pour comprendre les mécanismes lésionnels ainsi que pour interpréter précisément les données de l'examen clinique d'un genou traumatisé. Elle est aussi nécessaire pour l'interprétation des examens d'imagerie, notamment l'IRM. Cette connaissance est par ailleurs primordiale afin d'appréhender la prise en charge thérapeutique des lésions du LCP, aussi bien fonctionnelle que chirurgicale [3], ainsi que la rééducation postopératoire.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMIS A.A., BULL A.M., GUPTA C.M. *et al.* 2003. Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial, and meniscofemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 11(5) : 271-81.
- [2] BACH J<sup>R</sup> B.R., DALUGA D.J., MIKOSZ R., ANDRIACCHI T.P., SEIDL R. 1992. Force displacement characteristics of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 20: 67-72.
- [3] BADET R., SIEGRIST O. 2005. Posterior cruciate ligament reconstruction: technical considerations. In: Ligaments croisés du genou. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* 86: 183-93.
- [4] DEL VALLE M.E., HARWIN S.F., MAESTRO A. *et al.* 1998. Immunohistochemical analysis of mechanoreceptors in the human posterior cruciate ligament: a demonstration of its proprioceptive role and clinical relevance. *J Arthroplasty* 13(8): 916-22.
- [5] EDWARDS A., BULL A.M., AMIS A.A. 2007. The attachments of the fiber bundles of the posterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy* 23(3): 284-90.
- [6] HARNER C.D., XEROGEANES J.W., LIVESAY G.A. *et al.* 1995. The human posterior cruciate ligament complex: an interdisciplinary study. Ligament morphology and biomechanical evaluation. *Am J Sports Med.* 23(6): 736-45.
- [7] MAKRIS C.A., GEORGOULIS A.D., PAPAGEORGIOU C.D. *et al.* 2000. Posterior cruciate ligament architecture: evaluation under microsurgical dissection. *Arthroscopy* 16(6): 627-32.
- [8] MATAVA M.J., SETHI N.S., TOTTY W.G. 2000. Proximity of the posterior cruciate ligament insertion to the popliteal artery as a function of the knee flexion angle: implications for posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 16(8): 796-804.
- [9] MEJIA E.A., NOYES F.R., GROOD E.S. 2002. Posterior cruciate ligament femoral insertion site characteristics. Importance for reconstructive procedures. *Am J Sports Med.* 30(5): 643-51.
- [10] MOORMAN C.T. 3<sup>RD</sup>, MURPHY-ZANE M.S., BANSAL S., *et al.* 2008. Tibial insertion of the posterior cruciate ligament: a sagittal plane analysis using gross, histologic and radiographic methods. *Arthroscopy* 24(3): 269-75.
- [11] MORGAN C.D., KALMAN V.R., GRAWL D.M. 1997. The anatomic origin of the posterior cruciate ligament: where is it? Reference landmarks for PCL reconstruction. *Arthroscopy* 13(3): 325-31.
- [12] NAKAGAWA S., JOHAL P., PINSKEROVA V. *et al.* 2004. The posterior cruciate ligament during flexion of the normal knee. *J Bone Joint Surg Br.* 86(3): 450-6.
- [13] RACE A., AMIS A.A. 1994. The mechanical properties of the human posterior cruciate ligament. *J Biomech* 27: 13-24.
- [14] SHEPS D.M., OTTO D., FERNHOUT M. 2005. The anatomic characteristics of the tibial insertion of the posterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 21(7): 820-5. *Erratum in: Arthroscopy* 2006; 22(4): A16.
- [15] TAKAHASHI M., MATSUBARA T., DOI M. *et al.* 2006. Anatomical study of the femoral and tibial insertions of the anterolateral posteromedial bundles of human posterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 14(11):1055-9.
- [16] VAN DOMMELEN B.A., FOWLER P.J. 1989. Anatomy of the posterior cruciate ligament. A review. *Am J Sports Med.* 17(1): 24-9.







# **DÉTAILS TECHNIQUES POUR UNE RECONSTRUCTION ARTHROSCOPIQUE DU LCP MIEUX MAÎTRISÉE**

R. BADET

Différentes options techniques peuvent être choisies lors d'une reconstruction du ligament croisé postérieur.

La technique chirurgicale choisie doit :

- permettre de positionner correctement la greffe sur le tiers postérieur de la surface rétro spinale sans danger pour les vaisseaux,
- être aisée reproductible et sûre en évitant que l'intervention devienne une "aventure",
- permettre de réduire et de contrôler la laxité postérieure du genou en fixant solidement la greffe et en assurant, par sa tension correcte, un bon contrôle de la laxité postérieure du genou dans le temps.

De nombreux facteurs techniques, anatomiques, biomécaniques interviennent donc dans le succès de cette intervention réputée "difficile et aux résultats décevants".

Nous nous proposons d'approfondir, dans ce travail, la partie technique de la reconstruction ligamentaire :

- dans un premier temps, nous expliquerons et nous justifierons nos choix techniques,
- dans un second temps, nous détaillerons précisément les détails qui permettent de mieux maîtriser cette technique chirurgicale que nous avons souhaité développer.

Notre propos, par volonté de simplification, concerne la reconstruction du LCP "mono faisceau" utilisée lorsque la rupture du LCP est "isolée".

## **CHOIX TECHNIQUES**

### ***Voie d'abord et positionnement du patient***

Après avoir été utilisateur d'une technique Inlay par double abord nous avons fait le choix d'une technique arthroscopique "tout en avant" car :

- elle permet la reconstruction du LCP sans changement de position (diminue le risque de faute d'asepsie et la durée opératoire),
- elle est peu invasive,
- elle permet dans l'étude SFA 2004 [1] d'obtenir :
  - . un meilleur contrôle de la laxité postérieure que les techniques 1 ou 2 voies "à ciel ouvert" (5,1 mm/9,4 mm p = 0,003),
  - . une meilleure flexion du genou (126°/116°).

Nous avons souhaité qu'à tout moment, un double contrôle arthroscopique et radiogra-



phique soit possible lors de l'intervention afin d'optimiser :

- le positionnement des tunnels,
- le passage rétro-spinal et intra-articulaire de la greffe,
- le positionnement de la greffe.

### **Choix de la greffe**

Les caractéristiques biomécaniques et anatomométrique du tendon quadricipital, des ischios jambiers 4 faisceaux, et du tendon rotulien sont compatibles avec une reconstruction du LCP.

Le symposium SFA n'a pas montré de différence selon l'utilisation de l'une ou l'autre de ces greffes et les résultats uni-faisceau ou 2 faisceaux étaient statistiquement comparables pour les ruptures isolées du LCP.

Nous avons donc choisi d'utiliser le tendon quadricipital uni faisceau car ce greffon permet :

- d'obtenir une greffe large et longue qui s'adapte à la plupart des situations anatomiques et à notre technique de reconstruction,
- d'obtenir une fixation os-os sur le tibia,
- d'obtenir un passage rétro-spinal rétrograde facile de l'extrémité tendineuse de la greffe.

### **Choix de la fixation**

Nous avons opté pour une double fixation tibiale car le symposium SFA montrait une différence très significative du contrôle de la laxité à long terme lorsque la fixation sur le tibia était double (2,8 mm de laxité résiduelle en double fixation tibiale/8,4 mm en simple fixation tibiale  $p=0,002$ ).

Sur le fémur, la fixation os tendon est assurée par une vis d'interférence quelquefois complétée lorsque cela est possible par un amarrage cortical.

### **Choix du viseur**

Nous avons souhaité développer un matériel spécifique de visé pour la reconstruction arthroscopique du LCP.

L'utilisation d'un viseur spécifique nous apparaît indispensable pour permettre de reconstruire le LCP en :

- protégeant parfaitement l'axe vasculaire,
- réduisant le tiroir postérieur,
- limitant l'abord et le débridement des structures cicatrisées sur la surface rétro-spinale,
- simplifiant le plus possible la procédure.

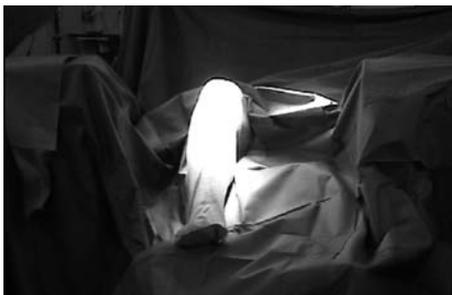
## **DÉTAILS TECHNIQUES DE LA RECONSTRUCTION**

### **Position du patient**

Pour avoir un contrôle radiographique à tout moment de l'intervention et pour éviter toute manipulation de l'amplificateur de brillance (source de perte de temps et de faute d'asepsie) nous conseillons de placer le genou du patient fléchi à 90° (cale en bout de pied) dans l'arceau de l'amplificateur (fig. 1a à 1c). L'intervention se déroulera amplificateur en place.



**Fig. 1a**



**Fig. 1b**



**Fig. 1c**

### ***Le prélèvement et préparation de la greffe***

Le prélèvement du tendon quadricipital est classique il doit être large (11 à 13 mm) et long (12 à 13 cm au total au moins figure 2a).

La préparation nécessite un calibrage du greffon dont l'extrémité osseuse doit passer librement et sans forcer dans le tunnel tibial osseux. Le diamètre de la mèche doit être choisi pour cela (fig. 2b).

Le diamètre du tunnel fémoral (recevant l'extrémité tendineuse) doit permettre le passage à frottement dur de l'extrémité tendineuse.

Un fil métallique est passé en 8 à la jonction os tendon sur la partie osseuse de la greffe (fig. 2c) il permettra :

- un repérage radiographique exact du positionnement de la greffe sur le tibia,
- une double fixation du greffon par amarrage du fil métallique sur une vis corticale.



**Fig. 2a**



**Fig. 2b**



**Fig. 2c**

### ***Préparation de la surface rétro-tibiale ; positionnement du viseur*** (fig. 3a à 3d).

L'arthroscope est introduit par une voie externe, le viseur par une voie interne arthroscopique élargie pour permettre un débattement suffisant sans être bridé.

Le viseur est constitué d'un manche à l'extrémité duquel se trouve une rugine perforée.

La voie postéro-interne n'est pas réalisée de principe mais à la demande.



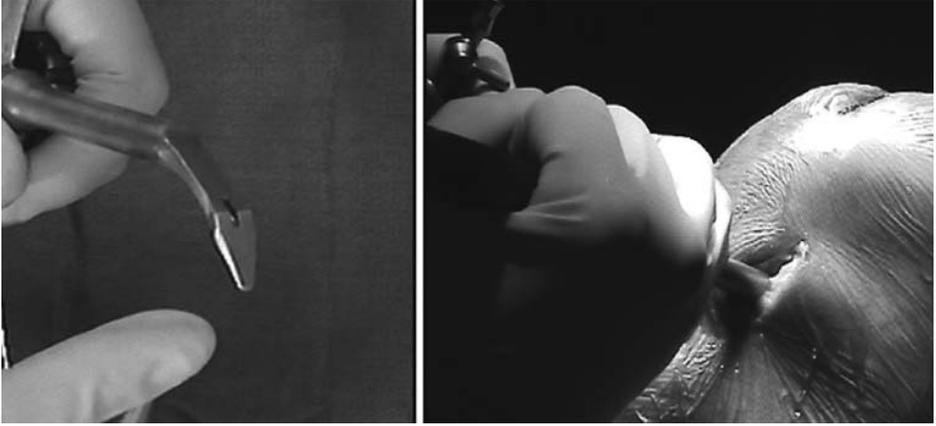


Fig. 3a et b

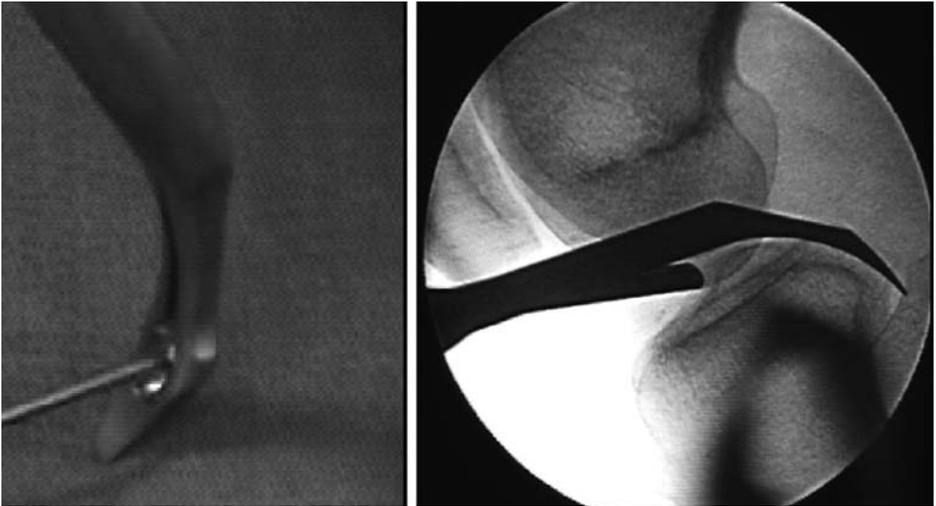


Fig. 3c et d

La rugine permet :

- de décoller sans résection les formations ligamentaires et fibreuses rétro-spinales résiduelles,
- de protéger l'axe vasculaire en arrière.

L'orifice dans la rugine permet :

- de bloquer la broche guide sans possibilité de migration postérieure,
- d'accrocher au viseur un système de traction pour faire passer la greffe de façon rétrograde.

Le manche permet :

- une bonne tenue de l'instrument pour ruginer la surface rétro-spinale et pour réduire la subluxation postérieure du tibia,
- un positionnement optimal du viseur sous contrôle scopique.

Un changement d'angulation (détrompeur) du viseur bien visible sur le profil radiographique permet de prévoir la position et l'issue de la broche. Dans le plan sagittal, le viseur entré par voie interne est oblique en arrière et en dehors pour accrocher la surface rétro-spinale.



### **Montage et fixation du viseur sur le tibia**

Le manche étant en position, le viseur est monté sur un arceau permettant de régler l'angle de pénétration de la broche sur le tibia (50° conseillé). Un réducteur permet de guider la broche quel que soit l'angle choisi jusque dans l'orifice du viseur.

Le viseur est alors solidarisé à la corticale tibiale par 2 broches, ce qui permet d'effectuer toutes les autres étapes viseur en place (évite les manipulations et la risque de lésion vasculaire).

### **Mise en place de la broche et forage du tunnel tibial**

La mise en place de la broche sur le bord postérieur de la surface rétro spinale (orifice du tunnel tibial sur le 1/3 postérieur de la surface rétro spinale affleurant la corticale postérieure), se fait en tenant compte du diamètre de la mèche et en contrôlant sa position à l'amplificateur de brillance (fig. 4a 4b).

Le diamètre du trou dans la rugine du viseur ne permet pas à la broche de diamètre 2 de dépasser en arrière de plus d'un millimètre. Le tunnel tibial est foré sous contrôle de l'amplificateur de brillance d'emblée au diamètre souhaité par une mèche perforée. Le viseur reste solidaire du tibia (fig. 4c-4d).



Fig. 4a et b

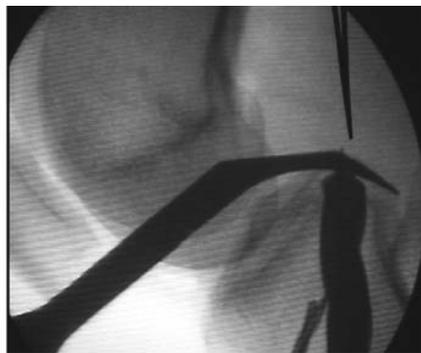


Fig. 4c et d

### ***Passage du fil tracteur***

L'objectif, à ce stade, est de faire passer un fil tracteur en l'accrochant au viseur.

Cette étape nécessite de préparer l'orifice postérieur du tunnel tibial pour libérer l'orifice du viseur qui protège l'axe vasculaire en arrière.

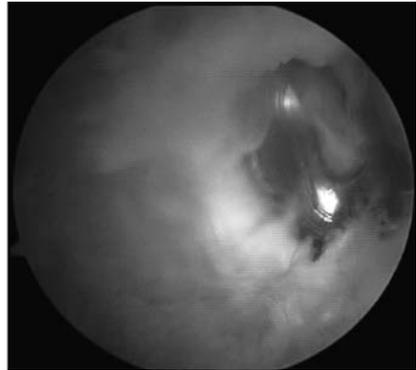
Cette préparation s'effectue après avoir enlevé la broche et la mèche ; elle est réalisée sous contrôle arthroscopique en passant l'arthroscope et le bistouri électrique dans le tunnel tibial (fig. 5a et 5b).

Le viseur étant toujours solidaire du tibia, il est alors possible de remettre en place la mèche perforée qui va servir de guide au pas-

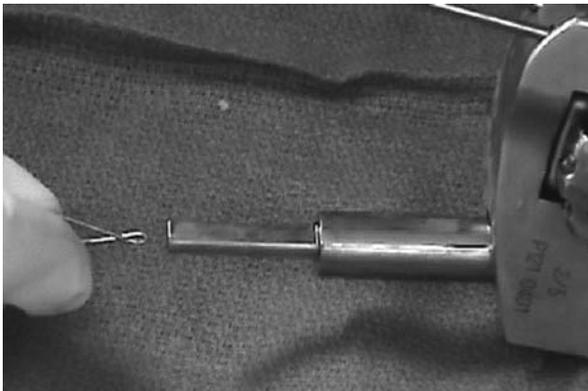
sage d'un fil métallique à l'extrémité duquel aura été faite une simple boucle de 5 mm de long (fig. 5c).

Le fils métallique et sa boucle vont être poussés sous contrôle de l'amplificateur de brillance et l'accrochage du fil métallique au viseur se fera automatiquement par une traction douce du fil, après que la totalité de la boucle ait été passée à travers l'orifice du viseur (fig. 5d-5e).

Une fois le fil accroché au viseur, il est alors possible de désolidariser le viseur du tibia. Le retrait doux du viseur permet, sous double contrôle (arthroscopique et amplificateur de brillance), de récupérer le fil tracteur par l'orifice interne d'arthroscopie (fig. 5f-5g).



**Fig. 5a et b**



**Fig. 5c**





Fig. 5d



Fig. 5e



Fig. 5f et g



### **Préparation du tunnel fémoral**

Elle s'effectue en utilisant un viseur non spécifique qui permet de positionner l'orifice fémoral qui sera foré par voie interne à travers le vaste médial.

Nous choisissons lors de la reconstruction d'un seul faisceau de reconstruire le faisceau antérolatéral anatomique. Il s'agit en fait, d'un compromis entre la reconstruction des 2 faisceaux en se tenant plus proche du faisceau antérolatéral (à 1 heure) sur un genou droit fléchi 90° (3 mm en arrière du cartilage de l'échancrure inter-condylienne).

Cette préparation doit permettre le passage facile de l'extrémité tendineuse sans invagination des tissus mous.

### **Passage rétrograde de la greffe et double fixation tibiale de l'extrémité osseuse**

La greffe est attachée au fil tracteur par son extrémité tendineuse et est montée de façon rétrograde du tibia vers le fémur (fig. 6) dans le tunnel tibial (le greffon osseux ayant été préalablement calibré pour passer librement dans le tunnel). Ceci permet en général un

passage rétro spinal facile de l'extrémité tendineuse de la greffe sous double contrôle arthroscopique et radiographique.

La traction s'exerce à partir de l'orifice interne d'arthroscopie et il peut être utile si le greffon bloque (car la traction n'est pas dans

l'axe) de s'aider d'un instrument passé par la voie d'abord antéro-médiale pour faire poulie de réflexion et améliorer ainsi la traction dans l'axe du tunnel tibial.

Le contrôle radiologique permet de positionner la jonction os-tendon exactement à la sortie du tunnel tibial en prenant comme repère le fil métallique de traction (fig. 7a).

- Une première fixation os-os s'effectue par une vis d'interférence résorbable. La position exacte de la vis est contrôlée à l'amplificateur de brillance par le positionnement du tournevis radio-opaque dont l'extrémité se situe 2 mm en arrière de la pointe de la vis (fig. 7b).
- La seconde fixation du greffon osseux s'effectue par le fil de traction qui est solidement amarré à une vis corticale tibiale (ce qui limite les risques de glissement postérieur du greffon figure 7c).



**Fig. 6**



**Fig. 7a**



**Fig. 7b**



**Fig. 7c**

## Cyclage de la greffe et fixation fémorale

La greffe est ensuite passée dans le tunnel fémoral soit par récupération intra-articulaire directe des fils de traction soit par l'utilisation d'un fil relais.

Sa progression est contrôlée par arthroscopie (fig. 8a à 8c).

La greffe est ensuite cyclée et fixée par une vis d'interférence dont le diamètre est légèrement inférieur à celui du tunnel. Cette vis est descendue de dehors en dedans tandis que la réduction du tiroir postérieur à 90° est maintenue par une traction antérieure forte et

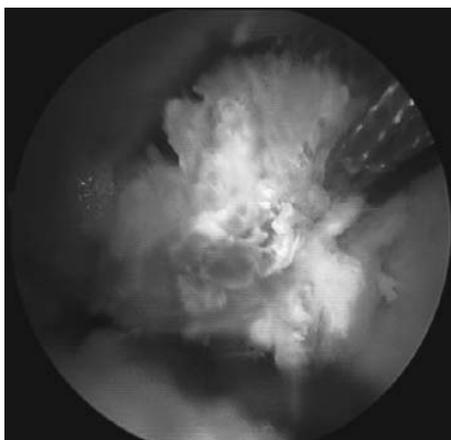


Fig. 8a



Fig. 8b

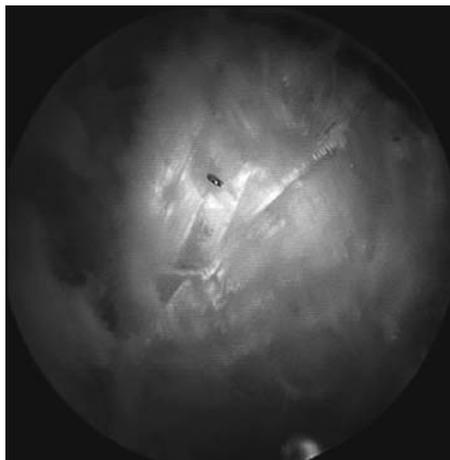


Fig. 8c

continue sur le tibia (traction réalisée par l'aide opératoire).

La bonne tension du LCP est vérifiée par le contrôle arthroscopique qui montre une tension normale du LCA (qui était détendu par la subluxation postérieure du tibia), et par la bonne réduction du tiroir postérieur sur le contrôle à l'amplificateur de brillance.

La fixation fémorale est en général solide, mais nous conseillons chaque fois que cela est possible, de la compléter par un amarrage des fils de traction sur la corticale fémorale (fig. 9).



Fig. 9

### ***Fermeture et mise en place d'une attelle en extension***

La fermeture s'effectue en ayant soin de neutraliser la subluxation postérieure naturelle du tibia sous l'effet de la gravitation.

Le genou est immobilisé dans une attelle en extension en plaçant, pour neutraliser les forces de subluxation postérieure du tibia, un petit coussin derrière la partie haute du tibia (fig. 10).



**Fig. 10**

### **BIBLIOGRAPHIE**

B. BADET, P. CHAMBAT, M. BOUSSATON, V. BOUSQUET, V. CHASSAING, T. CUCURULO, P. DJIAN, J.P. FRANCESCHI, J.F. POTEI, O. SIEGRIST, A. SBIHI, S. CERCIELLO ET LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ARTHROSCOPIE. 2005. Traitement chirurgical d'une rupture isolée du croisé postérieur : résultat d'une série rétrospective multicentrique de 103 patients. *Revue de chirurgie Orthopédique*, 91, 4S44-4S54.





# **LES CONCEPTS DANS LA RÉÉDUCATION DU LIGAMENT CROISÉ POSTÉRIEUR (LCP)**

*B. QUÉLARD, O. RACHET, R. BADET, P. CHAMBAT*

Bien que sa fréquence n'ait cessé d'augmenter depuis les années 2000, la reconstruction du ligament croisé postérieur (LCP) reste une chirurgie relativement rare. En 1999, elle représentait 2,6 % de l'ensemble des plasties ligamentaires du genou prises en charge dans notre service de rééducation (6 LCP pour 224 LCA). Sa fréquence est passée à 11 % en 2007 (34 LCP pour 302 LCA).

Dans le même temps et suite aux résultats de l'étude multicentrique [1] réalisée par la Société Française d'Arthroscopie (SFA) en 2004, nous avons vu les techniques de reconstruction se simplifier avec une disparition des ligamentoplasties double faisceau sous arthrotomie au profit des reconstruc-

tions mono faisceau sous arthroscopie. Par contre, les gestes chirurgicaux eux-mêmes sont devenus plus complexes avec une nette augmentation des reconstructions multiligamentaires et notamment des ligamentoplasties bicroisées (0 % en 1999 pour 38 % en 2007). Les greffes isolées du croisé postérieur, majoritaires auparavant, ne représentent plus que 47 % de l'ensemble des interventions comportant une reconstruction du LCP (tableau 1), sachant qu'une "greffe isolée" n'exclut pas l'existence d'autre(s) lésion(s) ligamentaire(s).

Parallèlement à l'évolution de cette chirurgie et compte tenu de la fréquence des lésion(s) ou des geste(s) associé(s), la rééducation des

**Tableau 1 : Typologie des gestes opératoires ayant comporté une greffe du LCP pour l'année 2007**

<b>Gestes opératoires</b>	<b>Nombre</b>
Greffe isolée du LCP	16
Greffe du LCP + reconstruction du plan capsulo-ligamentaire interne	2
Greffe du LCP + reconstruction du plan capsulo-ligamentaire externe	2
Greffe du LCP + reconstruction des plans capsulo-ligamentaire interne et externe	1
Greffes LCP + LCA	5
Greffes LCP + LCA + reconstruction du plan capsulo-ligamentaire interne	5
Greffes LCP + LCA + reconstruction du plan capsulo-ligamentaire externe	3



greffes du LCP est devenue plus exigeante en termes de technicité, plus prudente en termes de délai et plus progressive en termes de récupération.

Nous nous limiterons ici à la rééducation des reconstructions isolées mono faisceau sans autre lésion ligamentaire associée.

### *Quels sont les compromis de rééducation spécifiques à cette chirurgie ?*

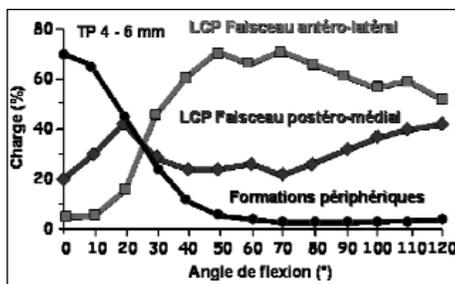
En reconstruisant les fibres antéro-latérales du LCP, la chirurgie restaure, au moins en partie, le frein primaire à la translation postérieure du tibia et redonne au genou une stabilité passive en flexion. La rééducation doit lui permettre de retrouver une mobilité et une stabilité active optimales sans exposer le transplant à des contraintes susceptibles de le déplacer ou le distendre et sans compromettre la cicatrisation du site donneur.

### *Comment protéger le transplant et sa fixation des contraintes excessives ?*

La greffe reproduit la biomécanique des fibres antéro-latérales du LCP. Les mesures de protection du transplant se basent sur ces données biomécaniques :

- 1) **Récupérer lentement et très progressivement les amplitudes de flexion au-delà de 70°.** La greffe est mise en tension à 70° de flexion [3]. La distance entre ses sites d'ancrage augmente avec l'angle de flexion, entraînant une augmentation progressive des contraintes sur les fixations.
- 2) **Supprimer les contraintes en tiroir postérieur en immobilisant le genou dans une attelle en extension et en plaçant un contre-appui à la face postéro-supérieure du tibia.** La greffe s'oppose aux contraintes en tiroir postérieur appliquées au tibia, en association avec les structures ligamentaires périphériques entre 0° et

70° puis seule de 70° à 120° (fig. 1). A 0°, 70% des contraintes sont absorbées par les formations périphériques [5]. La mise en place d'une attelle en extension avec un contre-appui à la face postéro-supérieure du tibia supprime les 30 % restantes que doit supporter le transplant.



**Fig. 1 : Pourcentage de contraintes s'exerçant sur les différents contingents du LCP et les formations périphériques en fonction de la flexion selon RACE et AMIS.**

- 3) **Supprimer les contraintes en tiroir postérieur en supprimant la flexion active du genou par les ischio-jambiers et le renforcement de ce groupe musculaire en CCO.** La contraction des ischio-jambiers crée d'une part une force de glissement postérieur du tibia sous le fémur dont l'intensité augmente avec l'angle de flexion et avec l'application de résistance s'opposant au mouvement et d'autre part une force de coaptation fémoro-tibiale dont l'intensité diminue avec l'angulation. A 0°, la force de glissement postérieur est nulle au profit d'une force de coaptation maximale.
- 4) **Récupérer rapidement la fonction du quadriceps et des jumeaux.** La contraction du quadriceps ainsi que celle des jumeaux créent une force de glissement antérieure du tibia sous le fémur protégeant la greffe et sa fixation.
- 5) **Débiter rapidement la remise en charge.** Du fait de l'augmentation des forces de compression fémoro-tibiale, l'appui réduit les forces de glissement entre le fémur et le tibia [4]. Il n'a donc pas d'ac-

tion défavorable sur la plastie. L'étude multicentrique de la SFA [1] le confirme puisqu'elle n'a pas montré de différence significative sur la laxité résiduelle chez les patients ayant débuté précocement la remise en charge.

### **Comment protéger le site donneur pendant sa phase de cicatrisation ?**

- Dans le cas d'un prélèvement aux dépens de la patte-d'oie, la protection du site donneur interdit le renforcement des ischio-jambiers avant J45. Mais, quoi qu'il en soit, cette musculation ne sera pas entreprise avant le 6<sup>e</sup> mois postopératoire, mesure nécessaire à la protection du transplant lui-même.
- Dans le cas d'un prélèvement aux dépens du système extenseur (tendon rotulien ou quadricipital), la protection du site donneur doit faire privilégier les modes de renforcement quadricipital les moins contraignants [7] (travail statique du quadriceps sans charge, genou en extension, en chaîne cinétique ouverte ; travail statique et dynamique du quadriceps en chaîne cinétique fermée dans le secteur 0°/60°).

### **Comment mener la rééducation en pratique ?**

#### *L'attelle en extension*

Un contre-appui, sous forme d'un petit coussin en mousse positionné derrière l'extrémi-

té supérieure du tibia, est ajouté dans l'attelle (fig. 2). Mis en place dès la fin de l'intervention, coussin et attelle sont conservés jour et nuit en dehors des séances de rééducation jusqu'à J45. Non seulement ils permettent de supprimer les contraintes sur la plastie, mais empêchent également les flexions actives intempestives du genou.

#### *La mise en charge*

La déambulation avec un appui contact sous couvert de l'attelle en extension et de cannes est débutée dès le lendemain de l'intervention. L'augmentation progressive de l'appui, si elle est autorisée par le chirurgien, ne commence réellement que lorsque les douleurs postopératoires, l'œdème et l'inflammation ont régressé. Le travail de mise en charge est d'abord réalisé en statique, sous couvert de l'attelle. A J21, ce travail est réalisé sans attelle, genou verrouillé activement en extension par le quadriceps, et des exercices de marche avec déroulement du pas sous couvert des cannes en parallèle sont débutés au cours des séances de rééducation. A J45, l'attelle est définitivement supprimée et les cannes progressivement abandonnées. L'absence de douleur, de réaction inflammatoire, de flexum et de boiterie conditionne leur suppression définitive.

#### *La récupération de la flexion*

Les mobilisations du genou en flexion se font de façon passive exclusivement, dans le secteur 0°/60° les 1<sup>res</sup> semaines postopératoires. Le secteur de mobilisation est ensuite aug-

**Fig. 2 : Petit coussin en mousse empêchant le glissement postérieur du tibia.**



menté très progressivement afin d'obtenir 90°-95° de flexion passive à J45 et 120° à J90. La flexion subtotale, si elle est nécessaire à l'activité professionnelle ou sportive, n'est pas recherchée avant 6 mois postopératoires. Plusieurs techniques de mobilisations passives peuvent être utilisées : arthromoteur, mobilisations manuelles en décubitus dorsal avec contre-appui à la face postérieure de l'extrémité supérieure du tibia (fig. 3), mobilisations en décubitus ventral (la pesanteur exerçant une force de glissement antérieur du tibia sous le fémur de 0° à 70°) (fig. 4 et 5). L'étude de la SFA [1] a montré des résultats IKDC significativement meilleurs chez les patients rééduqués en décubitus ventral. Quelle que soit la technique de mobilisation choisie, appuis et contre-appuis doivent être réalisés de façon rigoureuse.



**Fig. 3 : Mobilisation passive en flexion en décubitus dorsal, hanche en extension. La main du kinésithérapeute fait contre-appui à la face postéro-supérieure du mollet, créant une force de glissement antérieur du tibia.**



**Fig. 4 et 5 : Mobilisation passive en flexion en décubitus ventral. La pesanteur (flèche) crée une force de glissement antérieur du tibia.**



### *Les auto-mobilisations en flexion*

Après J21, sont débutés des exercices d'auto-mobilisation en flexion faisant appel exclusivement à un travail freinateur du quadriceps protecteur de la plastie (fig. 6). Le retour en extension est réalisé par ce même groupe musculaire. Il est important de bien sensibiliser le patient à la contre-indication absolue d'utiliser les ischio-jambiers pour réaliser la flexion. Le kinésithérapeute doit impérativement vérifier l'absence de leur contraction au cours des exercices.



**Fig. 6 : Auto-mobilisation en flexion sur rameur incliné vers l'avant. Le patient freine avec son quadriceps (travail excentrique freinateur) la flexion du genou induite par le glissement du siège le long de la pente. Le retour vers l'extension est réalisé par le même groupe musculaire (travail concentrique).**

### *Le renforcement du quadriceps et des jumeaux*

En postopératoire, la sidération des vastes est fréquente, surtout si le transplant a été prélevé aux dépens du système extenseur. Avant de penser renforcement il faut lever l'inhibition quadricipitale en s'aidant de l'électrostimulation et du biofeedback jusqu'à l'obtention de contractions statiques brèves (contractions "flash") puis tenues efficaces. Lorsque le verrouillage actif du genou en extension est acquis sur la table de rééducation (chaîne cinétique ouverte), un renforcement musculaire spécifique et global du quadriceps et des jumeaux en appui (chaîne cinétique fermée), est alors privilégié. Après J45 et si le genou n'est pas inflammatoire peuvent être commencés dans le secteur 0°/60° des demi-squats, un travail sur stepper en insistant sur la poussée vers l'extension et la verticalité du tronc, un travail sur presse horizontale en bipodal (les résistances ne dépassant pas la moitié du poids du corps). Lorsque le transplant est prélevé sur le tendon rotulien ou le tendon quadricipital, les délais pour procéder au renforcement électif du quadriceps en chaîne cinétique ouverte dépendent de la cicatrisation et de la sensibilité du système extenseur.

### *Le renforcement des ischio-jambiers*

Pendant les 5 premiers mois postopératoires, les ischio-jambiers ne font l'objet d'aucun renforcement électif en chaîne cinétique ouverte, genou fléchi quelle que soit l'angulation. Cependant, après J45 un renforcement de ce groupe musculaire, genou maintenu en extension par la contraction quadricipitale est envisageable, la force de glissement postérieure du tibia s'annulant au profit d'une force de coaptation fémoro-tibiale (fig. 7). Le renforcement classique des ischio-jambiers est initié au cours du 6<sup>e</sup> mois postopératoire. Toutefois la flexion active spontanée, sans résistance, est autorisée au 4<sup>e</sup> mois postopératoire dans le secteur de mobilité libre.

### *La reprogrammation neuromusculaire*

Le travail proprioceptif en appui, tronc vertical sera introduit vers J90 et suivra la progression habituelle (appui bipodal—>appui monopodal, sol stable—>sol instable, pied fixe—>pied mobile...).



**Fig. 7 : Travail des ischio-jambiers en décubitus ventral, genou maintenu en extension par une contraction du quadriceps doublée d'un sanglage (co-contractions ischio-jambiers quadriceps).**

### *La reprise d'activités physiques*

Introduites à J45, les activités physiques se limitent jusqu'à J90 à un rodage sans résistance dont la durée est progressivement augmentée. Sont autorisés : le rodage sur bicyclette de rééducation sans cale-pied avec appui talonnier dès que les amplitudes de flexion le permettent, le stepper tronc vertical, les battements en piscine genou verrouillé en extension par le quadriceps. De J90 à J150, les activités sont diversifiées avec introduction du vélo elliptique tronc vertical et sans intervention des membres supérieurs, du vélo de route sans cale-pied, du trotting, du crawl sans palme. La durée des activités et les résistances sont très progressivement augmentées en l'absence de douleur ou d'inflammation. Au-delà de J150, la course à pied, le vélo de route et la natation peuvent être repris sans restriction. Chez le sportif, le réentraînement sur le terrain est envisageable à 8 mois postopératoires si la mobilité et le niveau de récupération musculaire le permettent.

Les objectifs de récupération et les mesures de protection de la greffe en fonction du délai postopératoire sont résumés dans le tableau 2.

### **Quels sont les problèmes de rééducation les plus fréquemment rencontrés ?**

- Les douleurs sur le site donneur, surtout si le transplant est prélevé aux dépens du système extenseur : leur prévention nécessite des exercices de rééducation spécifique.
- Les retards de récupération des amplitudes de flexion, plus ou moins associés à un retard de récupération du verrouillage actif : leur origine peut être variée. L'algodystrophie et la constitution d'adhérences condyliennes sont de loin les causes les plus fréquentes et nécessitent un traitement adapté à l'étiologie.

La chirurgie du ligament croisé postérieur est une chirurgie complexe dont les résultats dépendent non seulement de la qualité du geste chirurgical mais également de la qualité de la rééducation qui va suivre. Si les greffes du croisé antérieur permettent pour certains auteurs [2, 6] des "protocoles accélérés", la rééducation des greffes du croisé postérieur ne doit en aucun cas déroger aux principes de **respect des délais de récupération des amplitudes de flexion et d'absence d'utilisation et de renforcement précoces des ischio-jambiers**. Sur le plan

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des objectifs de récupération et des mesures de protection de la greffe du LCP en fonction du délai postopératoire

DELAIS	PRIORITES	OBJECTIFS DE RECUPERATION	MESURES DE PROTECTION DU TRANSPLANT
[J1 – J45]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilisation du patient à la non utilisation des ischio-jambiers</li> <li>Récupération de la fonction quadricipitale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0° d'extension passive et active</li> <li>Flexion passive 90°/95°</li> <li>Appui complet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atelle en extension + petit coussin en mousse à la face postérieure de l'extrémité supérieure du tibia jour et nuit</li> <li>Mobilisation en flexion de façon passive exclusivement soit en décubitus ventral, soit en décubitus dorsal avec contre appui à la face postéro-supérieure du mollet</li> <li>Auto-mobilisations en flexion faisant appel exclusivement à un travail freinateur du quadriceps</li> <li>Introduction d'activités physiques à type de rodage sans intervention des ischio-jambiers</li> <li>Renforcement des ischio-jambiers autorisé uniquement avec genou maintenu en extension par une contraction du quadriceps (pas de renforcement classique genou fléchi)</li> <li>Eviter les déséquilibres antérieurs lors des exercices de proprioception</li> </ul>
[J45 – J90]	<p>Renforcement du quadriceps et des jumeaux en charge à tous les modes (chaîne cinétique fermée)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexion passive 120°</li> <li>Suppression de l'attelle puis des cannes et autonomisation de la marche</li> <li>Contrôle musculaire et de l'équilibre au cours d'exercices déstabilisants en bipodal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de renforcement classique des ischio-jambiers</li> <li>Eviter les déséquilibres antérieurs lors des exercices de proprioception</li> </ul>
[J90 – J150]	<p>Reprise d'activités physiques contrôlées</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poursuite de la récupération de la flexion</li> <li>Poursuite du renforcement musculaire</li> <li>Entraînement proprioceptif en monopodal</li> </ul>	<p>Reprise de l'entraînement lorsque la mobilité et la récupération musculaire le permettent</p>
[Après J150]	<p>Reprise d'activités physiques et sportives</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexion maximale nécessaire aux activités</li> <li>Renforcement des ischio-jambiers</li> <li>Poursuite du renforcement quadricipital et du contrôle musculaire</li> </ul>	<p>Reprise de l'entraînement lorsque la mobilité et la récupération musculaire le permettent</p>

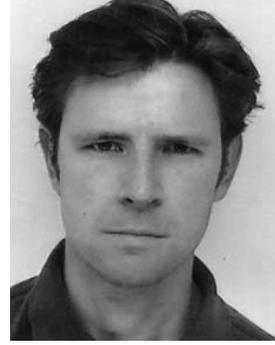


pratique, ce dernier principe constitue la principale difficulté de la rééducation car quel que soit l'exercice, s'il est mal réalisé, la sollicitation des ischio-jambiers entraînera des contraintes excessives sur la plastie pouvant conduire à un glissement de la greffe dans les tunnels osseux ou à une élongation du transplant. Il est donc important de bien

sensibiliser le patient en postopératoire aux dangers d'une flexion active du genou par les ischio-jambiers, de l'éduquer dans ses gestes et de vérifier l'absence de participation de ce groupe musculaire au cours de la réalisation de chaque exercice. Le programme de rééducation devra bien sûr être adapté en cas de geste(s) ou lésion(s) associés.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] BADET R., CHAMBAT P., BOUSSATON M. et al. 2004. Traitement chirurgical d'une rupture isolée du ligament croisé postérieur : résultats d'une série de rétrospective multicentrique de 103 patients. *Symposium de la Société Française d'Arthroscopie*.
- [2] BOILEAU P., REMI M., LEMAIRE M. et al. 1999. Plaidoyer pour une rééducation accélérée après ligamentoplastie du genou par un transplant os-tendon rotulien-os. *Rev. Chir. Orthop Réparatrice Appar. Mot.* 85(5) : 475-490.
- [3] CHAMBAT P., BARTH J. Anatomie du ligament croisé postérieur. X<sup>e</sup> Journées Lyonnaises de Chirurgie du genou. *Le genou du Sportif. Sauramps médical* : 341-346.
- [4] LUTZ G.E., PALMITIER R.A., AN K.N. 1993. Comparison of tibio-femoral joint forces during open kinetic-chain and close kinetic-chain exercises. *J. Bone Joint SURG.* 75A : 732-739.
- [5] RACE A., AMIS A.A. 1994. The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. *J. Biomech.* 27 : 13-24.
- [6] SHELBOURNE K.D., GRAY T. 1999. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-year follow up. *Am. J. Sports Med.* 25(6) : 786-795.
- [7] STEINKAMP L.A., DILLINGHAM M.F., MARKEL M.D. 1993. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Am. J. Sports Med.* 21 : 438-444.



# **RÉSULTATS FONCTIONNELS APRÈS PTG, PUC ET OSTÉOTOMIE**

## ***Pourquoi un patient est-il satisfait de sa prothèse ?***

*J.-R. LAURENT, M. BONNIN, P. CHAMBAT, PH. NEYRET, J.-N. ARGENSON,  
PH. BEAUFILS, R. BADET, E. SERVIEN, S. PARRATTE, F. ZADÉGAN*

### **INTRODUCTION**

La chirurgie prothétique du genou est une procédure qui offre actuellement régulièrement de bons ou d'excellents résultats en termes de suppression de la douleur [7].

Sur le plan fonctionnel, l'évaluation précise du résultat est plus aléatoire. En effet, les scores les plus couramment utilisés (Score de la Knee Society, Score HSS...) – quelles que soient les caractéristiques des patients opérés – sont régulièrement bons parce que basés sur des objectifs peu ambitieux tels que par exemple "la capacité à monter ou descendre les escaliers, à marcher sur plus d'un kilomètre ou bien encore à se déplacer sans l'aide d'une canne...".

La tendance actuelle veut que l'on opère de plus en plus de patients jeunes aux demandes fonctionnelles et notamment sportives beaucoup plus importantes mais également des patients plus âgés bien plus préoccupés par le maintien d'une activité physique régulière que par le passé [13] !

Eu égard à cette évolution des attentes fonctionnelles, les standards actuels d'évaluation ne semblent plus suffisamment précis pour refléter la réalité du résultat [6, 19, 20].

Le but de l'étude entreprise est donc de tenter de décrire le plus précisément possible les capacités fonctionnelles après arthroplastie du genou en analysant les résultats à la lumière de nombreux facteurs d'influence comme par exemple la motivation préopératoire pour telle ou telle activité sportive ou l'état de bien être global du patient.

### **MÉTHODOLOGIE**

Il s'agit d'une étude rétrospective multicentrique débutée en mars 2007, et ayant consisté en l'envoi d'un questionnaire à 1 038 patients ayant bénéficié d'une Prothèse Totale de Genou (PTG) ou Unicompartmentale (PUC) entre janvier 2003 et décembre 2004, ou d'une Ostéotomie Tibiale de Valgisation entre janvier 2002 et décembre 2004 dans



4 centres différents. Les patients n'ayant pas répondu au premier courrier ont été resollicités par un nouveau questionnaire en novembre 2007.

Seuls les patients pour lesquels le geste était unilatéral ont été retenus pour l'étude.

Chaque questionnaire était rempli par le patient de façon anonyme et sans aucune intervention de l'équipe médicale.

Il comportait dans la première partie, outre une question sur la durée de souffrance du genou avant l'opération, une évaluation subjective du résultat de l'intervention.

La seconde partie du questionnaire était focalisée sur l'aptitude aux activités de la vie quotidienne permettant ainsi de calculer le score Womac [2].

Enfin, la troisième partie questionnait le patient concernant l'importance qu'il accordait à la pratique de vingt activités sportives. Elle renseignait également sur la fréquence réelle de participation à ces activités ainsi que sur l'importance de la gêne éventuellement ressentie.

Un total de 527 questionnaires correctement remplis ont été reçus soit un taux de réponse globale de 51 %. L'étude porte ainsi sur 347 PTG, 41 PUC et 139 OTV. Il s'agissait de 299 femmes et 228 hommes dont l'âge moyen au moment de l'évaluation était de 71 ans (DS:11).

Le BMI moyen au moment de l'évaluation était de 27.6 kg/m<sup>2</sup> (DS:4.6).

Le recul moyen entre l'intervention et le remplissage du questionnaire était de 46 mois (DS:9).

En termes d'étiologie, il s'agissait d'une arthrose dans 96 % des cas, d'un rhumatisme inflammatoire dans 2 % des cas, d'une ostéonécrose dans 2 % des cas. La problématique était fémorotibiale interne dans 66 % des

cas, externe dans 12 % des cas, fémoropatellaire dans 1 % des cas et enfin globale dans 21 % des cas.

Sur le plan technique, il s'agissait de PTG postéro-stabilisées (Legacy PS-Zimmer® et HLS Noetos-Tornier®) dans 344 cas, à embase rotatoire dans 282 cas. La rotule a été resurfacée dans 308 cas. Le tibia était cimenté dans 338 cas et le fémur dans 337 cas.

Les PUC étaient cimentées au tibia et au fémur dans 39 cas. Le plateau était fixe dans 38 cas. Les OTV étaient des fermetures externes dans 99 cas et des ouvertures internes dans 40 cas. La fixation était effectuée par une plaque dans 102 cas, par une agrafe dans 87 cas et par une lame plaque dans 18 cas. En cas d'ouverture, le comblement était effectué par de l'autogreffe iliaque 18 fois, de l'allogreffe 9 fois et des substituts osseux 13 fois.

Le genou avait déjà été opéré 1 fois dans 21 % des cas, 2 fois dans 6 % des cas, 3 fois ou plus dans 3 % des cas.

## RÉSULTATS FONCTIONNELS

### Groupe PTG

Dans le groupe PTG, l'âge moyen des patients était de 75 ans. La proportion homme/femme était respectivement de 35 et 65 %.

La majorité des malades souffraient de leur genou depuis plus de 5 ans (55 %). Seulement 1 % des malades souffraient depuis moins d'un an.

Une affection médicale cardiaque, respiratoire ou neurologique limitant l'évaluation fonctionnelle était présente dans 14 % des cas.

Chez 20 % des malades, une autre articulation du membre inférieur homolatéral limitait potentiellement l'évaluation fonctionnelle.

La grande majorité des patients se disent satisfaits ou très satisfaits de l'intervention (83 %), 55 patients sont déçus ou moyennement satisfaits (15,9 %). 4 malades n'ont pas répondu à la question (1,1 %).

68 % des patients se disent aussi actifs qu'ils espéraient l'être avant l'opération mais 56 % des patients se disent limités par leur genou dans leurs activités !

144 patients (41,5 %) sont plus actifs qu'ils ne l'étaient avant l'intervention, 101 (29 %) de manière équivalente et 93 (26,8%) se disent moins actifs qu'avant l'intervention (9 n'ont pas répondu à cette question) !

Une relation très significative a été observée entre le résultat subjectif et la satisfaction des espérances préopératoires. Ainsi chez les patients se déclarant aussi actifs qu'ils espéraient l'être avant l'intervention, on note 98,2 % de patients satisfaits ou très satisfaits contre 52,3 % dans le groupe se disant insuffisamment actif ( $p=0,000$ ).

Aucune relation significative n'a été notée entre le résultat subjectif et la durée de la douleur préopératoire ( $p=0,218$ ) ni avec l'âge du patient lors du remplissage du questionnaire ( $p>0,05$ ). Aucune relation n'a été trouvée entre la satisfaction des espérances préopératoires : "Êtes-vous aussi actif que vous espériez l'être" et la durée de la douleur préopératoire ( $p=0,143$ ), ou le nombre d'antécédents chirurgicaux sur le genou ( $p=0,644$ ).

Le périmètre de marche est illimité pour 20 % des patients et supérieur à 1 km pour 37 % d'entre eux.

76 % des patients n'utilisent jamais d'aide pour la marche. Le genou est considéré normal pour leur âge par 68 % des patients et 31 % se disent capable de courir en cas de nécessité.

Près de trois quarts des patients n'ont jamais la sensation de "genou qui lâche".

La montée ou la descente des escaliers ne sont parfaitement indolore que chez 35 % des malades.

Plus de la moitié des malades estiment important le fait de pouvoir s'agenouiller mais seulement 14 % d'entre eux peuvent le faire sans réelle douleur !

Seulement 19 % des patients peuvent s'accroupir sans douleur liée au genou opéré alors que plus de 40 % des malades souhaiteraient pouvoir le faire...

*Sur une échelle de 1 à 10 (10 représentant le meilleur résultat), les scores Womac® fonction physique intégrant 17 activités de la vie quotidienne (rentrer ou sortir d'une voiture, enfiler des chaussettes...), raideur et douleur ont été calculés. Ils sont respectivement de 2,2 ; 2,1 et 1,5.*

*Le score global intégrant les 3 sous scores est de 1,8.*

La participation sportive et la motivation pour les activités sportives dans la population globale sont limitées : l'activité la plus pratiquée dans le groupe "activités légères" (vélo d'appartement) n'étant pratiquée de manière régulière que par 24 % des patients, l'activité "intermédiaire" la plus pratiquée (jardinage) n'est pratiquée de manière habituelle que par 37 % des patients et dans le groupe "sports violents", l'activité la plus pratiquée (ski de fond) n'est pratiquée que par 11 % des patients. La pratique de ces 3 activités est considérée comme importante ou très importante par respectivement 15 %, 32 % et 5 % de nos patients.

Pour une analyse plus pertinente, nous avons étudié dans la sous population de patients âgés de moins de 75 ans au moment de l'opération (N=141) leur motivation à participer à 15 activités sportives et leur participation effective (fig. 1).

La fréquence de survenue d'une gêne importante lors de la pratique des différentes activités a également été prise en compte (fig. 2).



Lorsque la fréquence de la pratique sportive est analysée dans le sous groupe des patients motivés (participation régulière parmi les patients considérant la pratique de cette activité importante ou très importante), la participation est plus marquée (fig. 3).

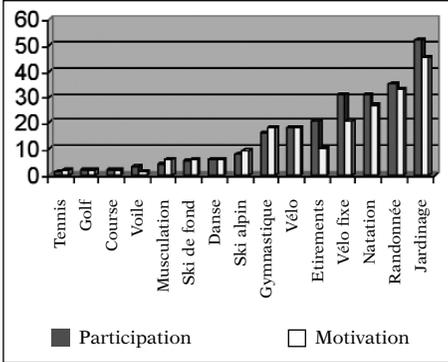


Fig. 1 : PTG : Participation et motivation en %

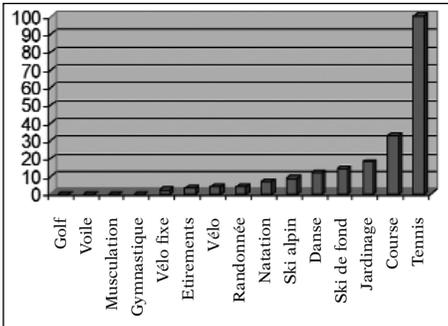


Fig. 2 : PTG : Gène par activité en %

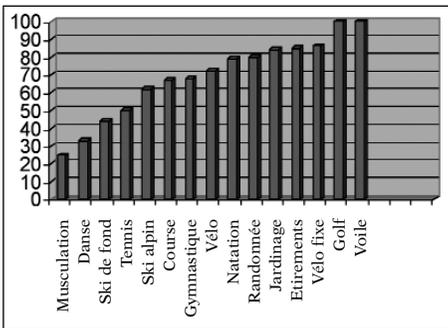


Fig. 3 : PTG : Participation parmi les motivés en %

Ainsi, dans notre série, pour les patients âgés de moins de 75 ans, les activités auxquelles participent le plus souvent les patients porteurs d'une PTG sont le jardinage, la randonnée, la natation et le vélo d'appartement. En analysant le groupe des patients les plus motivés, on constate que ce sont des activités comme le tennis, la course à pied ou le ski de fond qui sont les moins pratiqués. Tout à fait logiquement, la figure 3 nous confirme que ce sont ces activités qui sont à l'origine des gênes les plus importantes. Ces résultats rejoignent parfaitement ceux publiés récemment par Dahm [9] dans une étude portant sur 1206 patients porteurs d'une PTG.

Nuançons notre propos en signalant que notre recul moyen est court (46 mois) comme c'est le cas dans la majorité des études. Ceci fait en sorte que le vieillissement des patients et l'usure des implants qui sont deux facteurs qui pourraient péjorer le résultat fonctionnel ne sont pas pris en compte dans cette étude.

### Groupe PUC

Dans le groupe PUC, l'âge moyen des patients (73 ans) était un peu moins élevé que dans le groupe PTG. La proportion de femmes atteignait 76 %.

44 % des malades souffraient depuis plus de cinq ans alors que 5 % d'entre eux souffraient depuis moins d'un an. Globalement, cette catégorie de malades souffrait donc depuis un peu moins longtemps que la catégorie PTG.

Notons que dans près d'un tiers des cas, une autre articulation du côté homolatéral limitait l'évaluation fonctionnelle alors que dans près d'un quart des cas, une affection médicale coexistait.

90 % des malades s'estiment satisfaits ou très satisfaits de l'intervention, 8 % sont moyennement satisfaits et 2 % se disent déçus.



89 % des malades se disent aussi actifs qu'ils l'espéraient mais de nouveau, près de 29 % des malades se disent limités par leur genou dans certaines activités qu'ils aimeraient faire !

44 % des malades se disent plus actifs qu'avant l'intervention mais 24 % s'estiment moins actifs !

Dans ce groupe, le résultat subjectif reste très fortement corrélé à la satisfaction des espérances préopératoires, ainsi on note 97 % de patients satisfaits parmi ceux qui se disent aussi actifs qu'ils l'espéraient ( $p=0,023$ ).

Aucune relation n'a été notée entre l'âge du patient au moment de la procédure ou la durée de la douleur préopératoire et la satisfaction.

Il n'existe pas non plus de relation entre le résultat en terme d'activité et la durée de douleur préopératoire ( $p=0,08$ ), ou le nombre d'antécédent chirurgicaux sur le genou ( $p=0,06$ ).

Le périmètre de marche est illimité pour près de 56 % des malades et supérieur à 1 km pour 27 % d'entre eux.

Aucune aide n'est requise pour la marche dans près de 90 % des cas. La course semble possible pour près de 63 % des malades. Le genou apparaît au patient comme normal dans 63 % des cas et stable dans près de 88 % des cas.

La pratique des escaliers se fait sans douleur dans près de 56 % des cas. C'est surtout la descente des escaliers qui est la plus gênante.

Seulement 14 % des malades peuvent s'agenouiller sans douleur alors que près de 55 % d'entre eux estiment ce geste important ! 67 % des malades souhaiteraient se mettre accroupi mais seulement 10 % des patients peuvent le faire sans douleur.

Les scores Womac® fonction, raideur et douleur sont respectivement de 1,3 ; 1,7 et 1,0.

Le score global est de 1,3.

Au sein de la population de patients âgés de moins de 75 ans, la participation et la motivation pour les 15 activités sportives déjà décrites plus haut sont représentées sur la figure 4.

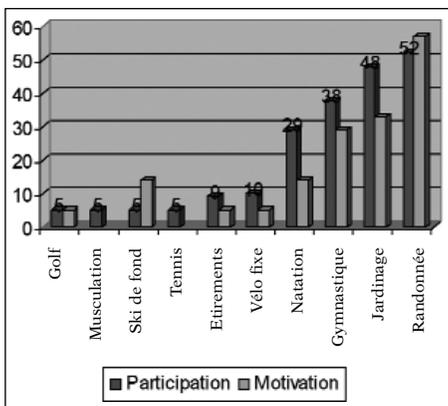


Fig. 4 : PUC : participation et motivation en %

L'analyse au sein du groupe des patients se disant motivés révèle alors une participation plus importante encore.

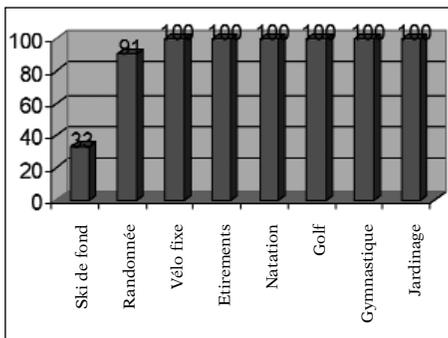


Fig. 5 : PUC : participation chez les motivés en %



Il a été démontré que dans la population des patients opérés d'une PUC, le retour aux activités sportives était globalement plus important que pour les PTG. Naal [15] rapporte un taux de retour aux sports de l'ordre de 95 % à comparer aux taux de retour après PTG compris entre 34 % et 88 % [5, 8]. Ces retours aux activités se font préférentiellement au bénéfice d'activités de loisir ou d'activités sportives à "faible impact" comme la randonnée, le jardinage ou la natation. En comparant ces résultats à ceux des PTG, il semble que les PUC permettent plus facilement le retour à ces activités puisqu'en analysant le sous-groupe des patients motivés, les participations sont systématiquement plus importantes. Compte-tenu de leur faible différence entre les deux groupes, les facteurs comme l'âge ou la durée de douleur préopératoire n'explique probablement pas ces résultats. Notons en plus que dans le groupe PUC, les patients présentaient plus souvent une affection médicale concomitante et une autre articulation homolatérale malade !

### **Groupe OTV**

Dans le groupe OTV, il s'agit d'une population nettement plus jeune puisque l'âge moyen dans la série est de 59 ans. A l'inverse des PUC, il s'agit d'une population majoritairement masculine. La majorité des malades (55 %) souffraient de leur genou depuis moins de 5 ans. C'est donc dans ce groupe que l'on retrouve les malades qui souffraient depuis le moins longtemps.

Probablement en raison de l'âge moins avancé, seulement 4 % des patients présentaient une affection médicale limitant potentiellement la fonction et seulement 10 % souffraient d'une autre articulation inférieure du côté homolatéral.

Près de trois quarts des malades se disent satisfaits ou très satisfaits de l'intervention alors que 5 % d'entre eux se disent déçus. Seulement 20 % des malades se disent plus actifs qu'avant l'intervention alors que près

de 30 % d'entre eux se disent moins actifs ! Seulement 6 malades sur 10 se disent aussi actifs qu'ils l'espéraient et 62 % déclarent leur genou gênant lors de certaines activités qu'ils désirent entreprendre !

On retrouve une très forte corrélation comme c'était le cas pour les PUC et les PTG entre la satisfaction du patient et l'accomplissement des espérances préopératoires ( $p=0,00$ ).

L'âge du patient au moment de la procédure n'influence toujours pas la satisfaction finale, par contre, elle est peut-être légèrement corrélée à la durée de la douleur préopératoire ( $p=0,06$ ).

Le nombre d'antécédent ( $p=0,4$ ) ou la durée de la douleur préopératoire ( $p=0,5$ ) n'influence en rien la réponse à la question "Etes-vous aussi actif que vous l'espérez ?".

Pour 52 % des patients, le périmètre de marche est illimité, par ailleurs 37 % peuvent marcher sans s'arrêter au-delà du kilomètre.

Presque tous les malades (96 %) se déplacent sans aucune aide. La course semble possible pour près de 63 % des malades. C'est aussi la proportion des patients pour lesquels leur genou leur semble normal. De façon intéressante, seulement 61 % des malades déclarent leur genou parfaitement stable ; à mettre en balance avec les 70 % de PTG et les 88 % de PUC.

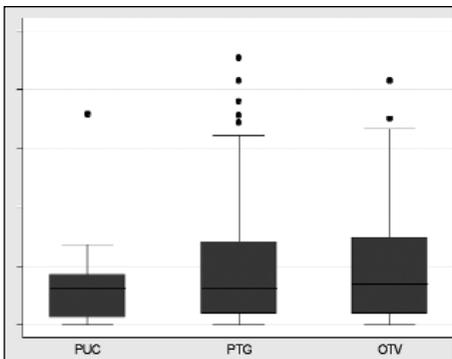
La pratique des escaliers n'est indolore que dans 31 % des cas. De nouveau, c'est la descente qui pose le plus de problèmes. La position accroupie n'est indolore que pour 17 % des patients alors que 45 % d'entre eux l'estiment importante. 34 % des patients souhaiteraient pouvoir s'agenouiller mais seulement 15 % d'entre eux peuvent le faire de façon indolore.

*Les scores Womac® fonction, raideur et douleur sont respectivement de 1,7 ; 2,2 et 1,9. Le score global est de 1,9.*

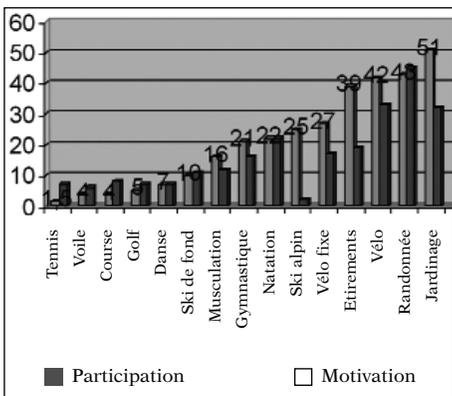


Remarquons que les trois sous-scores du Womac et donc le score global sont systématiquement meilleurs pour les PUC et moins bons pour les OTV (fig. 6).

Au sein de la population des patients âgés de moins de 75 ans, la participation sportive et la motivation sont représentées sur la figure 7.

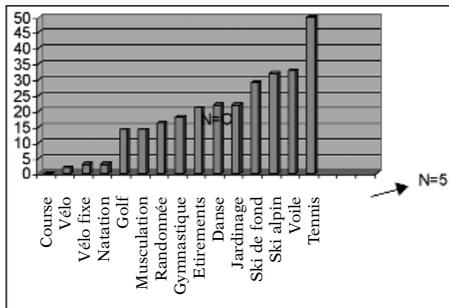


**Fig. 6 : Score global du Womac par intervention**



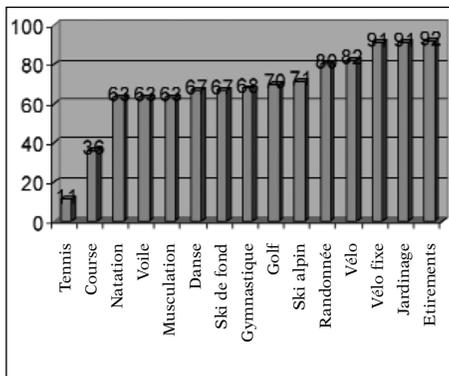
**Fig. 7 : OTV : Participation sportive et motivation en %**

La gêne importante éventuellement ressentie lors de l'activité est représentée sur la figure 8.



**Fig. 8 : OTV : Gêne par activité en %**

La figure 9 nous rapporte le pourcentage de participation au sein du sous-groupe de patient se disant motivé pour telle ou telle intervention.



**Fig. 9 : OTV : Participation parmi les motivés en %**

En règle générale, il est admis que les ostéotomies ont une capacité plus importante à supporter les charges plus lourdes et aussi à supporter des contraintes plus importantes [18]. C'est la raison pour laquelle elles sont proposées à des patients plus jeunes et donc plus actifs. Cette notion transparaît dans notre série (fig. 7), on trouve en effet globalement plus de patients plus motivés pour un plus grand nombre de sports.



Cette catégorie de patients pratique ainsi beaucoup plus fréquemment des sports plus contraignants comme la musculation, la gymnastique, le ski alpin ou le tennis. Mais notons également qu'ils le font parfois avec un niveau de confort qui reste à améliorer, ex : 50 % de gêne lors de la pratique du tennis...

## **POURQUOI UN PATIENT EST-IL SATISFAIT DE SA PROTHÈSE ?**

Le but premier d'une arthroplastie de genou est probablement la disparition de la douleur préopératoire [14]. A cet égard, la procédure permet de satisfaire assez rapidement une grande majorité de patients. Ceux-ci se tournent alors vers des objectifs secondaires comme le retour à une fonction articulaire "normale" [1] leur permettant de réaliser non seulement les activités de la vie de tous les jours mais également d'autres activités plus "physiques" [13] auxquelles ils avaient renoncé.

Ainsi la relation entre la satisfaction des patients et leur statut postopératoire est clairement multifactorielle.

Comme l'a montré Noble dans une étude portant sur 253 patients, un des éléments qui conditionne la satisfaction, est la capacité qu'à le patient à réaliser certaines activités qu'il considère comme importantes pour lui et à un rythme qu'il souhaite qu'il s'agisse d'activités de la vie de tous les jours ou bien encore d'activités de loisir [19].

Nous avons par ailleurs démontré pour le groupe PTG et PUC une relation très significative entre la satisfaction et la réalisation des espérances préopératoires qu'elles soient ou non raisonnables. Inversement, les patients qui se disaient moins actifs qu'ils ne l'avaient espéré étaient majoritairement insatisfaits.

Précisons que les attentes préopératoires peuvent consister en éléments très objectifs telles que la douleur du genou ou sa mobilité, mais également en éléments moins concrets comme l'image de soi ou sa perception par rapport au vieillissement. Clairement, moins ces attentes sont directement liées à la fonction du genou et plus il sera difficile de satisfaire le patient [19]. Mancuso [12] a, par ailleurs, démontré que, plus le statut préopératoire du patient était précaire et plus ses espérances postopératoires sont grandes.

Probablement en raison du fait que la motivation première des patients à se faire opérer est la disparition des symptômes préopératoires, l'insatisfaction du patient est clairement corrélée à la persistance de symptômes telles qu'une raideur du genou [17], une sensation de genou anormal ou bien encore la nécessité de devoir prendre des antalgiques de façon quotidienne.

Connaissant cela, le chirurgien a donc tout intérêt à prévenir ou à prendre en charge très rapidement ces symptômes de façon à améliorer la satisfaction du patient.

Il n'a, par ailleurs, pas été démontré de relation évidente entre le niveau des performances mécaniques du genou en termes de flexion, de force du quadriceps, de stabilité et le niveau de satisfaction du patient [6, 11]. Tout récemment, Kim [10] a rapporté les résultats d'une étude portant sur 333 patients Coréens. Il a étudié la relation entre la flexion postopératoire d'une part et la fonction et la satisfaction postopératoire d'autre part. Il conclut que la flexion au-delà des 120° n'améliorait pas significativement le paramètre satisfaction.

L'ensemble des données de la littérature [3, 4] nous amène donc à penser que l'élément essentiel qui conditionne la satisfaction après une arthroplastie est en fait l'accomplissement des attentes préopératoires présentées comme réalistes par le chirurgien avant l'intervention et non la "valeur absolue" de leur niveau de fonction.



Ainsi, notre étude confirme un fait connu : s'accroupir ou s'asseoir jambes croisées n'est réalisable que par une petite minorité de patients. Narayan [16] démontre que lorsque le chirurgien décrit objectivement les possibilités fonctionnelles avant l'intervention, la satisfaction postopératoire est bonne, même si les patients doivent renoncer à certaines habitudes préexistantes à l'affection du genou. Il rapporte ainsi qu'en Inde, s'accroupir et s'asseoir jambes croisées sont des pratiques communes. Sur sa série de 25 patients suivis pendant plus d'un an, aucun n'était capable de s'accroupir sans douleur, mais 21 patients se

disaient quand même très satisfaits du résultat de l'intervention alors que ces positions font partie du mode de vie habituel dans cette région.

**En conclusion**, il apparaît donc essentiel que le chirurgien aide le patient à fonder des espoirs "réalistes" dans la chirurgie prothétique. Dans l'optique d'améliorer la satisfaction postopératoire des patients, cette approche est même probablement aussi fondamentale que les tentatives actuelles d'améliorer les performances purement mécaniques de l'implant comme par exemple la recherche de l'hyperflexion à tout prix...

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARRACK R.L., ENGH G., RORABECK C. *et al.* 2000. Patient satisfaction and outcome after septic versus aseptic revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 15: 990-993.
- [2] BELLAMY N., BUCHANAN W.W., GODSMITH C.H. *et al.* 1988. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol*. 15: 1833-40.
- [3] BLALOCK S.J., ORLANDO M., MUTRAN E.J. *et al.* 1998. Effect of satisfaction with one's abilities on positive and negative affect among individuals with recently diagnosed rheumatoid arthritis. *Arthritis Care Res*. 11:158-165.
- [4] BRINKER M.R., SAVORY C.G., WEEDEN S.H. *et al.* 1998. The results of total knee arthroplasty in workers's compensation patients. *Bull Hosp Jt Dis*. 57: 80-83.
- [5] BRADBURY N., BORTON D., SPOO G. *et al.* 1998. Participation in sports after total knee replacement. *Am J Sports Med*. 26: 530-535.
- [6] BULLENS P.H., VAN LOON C.J., DE WAAL MAEFIJT M.C. 2001. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: a comparison between subjective and objective outcome assessments. *J Arthroplasty*. 16: 740-747.
- [7] CALLAGHAN C.M., DRAKE D.G., HECK D.A. *et al.* 1994. Patient outcomes following tricompartmental total knee replacement. A meta-analysis. *JAMA*. 271: 1349.
- [8] CHATTERIJ U., ASHWORTH M.J., LEWIS P.L. *et al.* 2005. Effect of total knee arthroplasty on recreational and sporting activity. *ANZ J Surg*. 75:405-408.
- [9] DAHM D.L., BARNES S.A., HARRINGTON J.R. *et al.* 2008. Patient-reported activity level after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 23: 401-407.
- [10] PARK K.K., CHANG C.B., KANG Y.G. *et al.* 2007. Correlation of maximum flexion with clinical outcome after total knee replacement in asian patients. *J Bone Joint Surg (Br)* 89: 604-608.
- [11] LINGARD E.A., KATZ J.N., WRIGHT R.J. *et al.* 2001. Validity and responsiveness of the Knee Society Clinical Rating System in comparison with the SF-36 and WOMAC. *J Bone Joint Surg Am*. 83-A: 1856-1864.
- [12] MANCUSO C.A., SCULCO T.P., SALVATI E.A. *et al.* 2003. Patients with poor preoperative functional status have high expectations of total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 18:872-878.
- [13] MANCUSO C.A., SCULCO T.P., WICKEIEWICZ T.L. *et al.* 2001. Patient's expectations of knee surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 83-A :1005-1012.
- [14] MINER A.L., LINGARD E.A., WRIGHT E.A. *et al.* 2003. Knee range of motion after total knee arthroplasty: how important is this as an outcome measure? *J Arthroplasty*. 18:286-294.
- [15] NAAL F.D., FISCHER M., PREUSS A. *et al.* 2007. Return to sports and recreational activity after unicompartmental knee arthroplasty. *Am J Sports Med*. 35: 1688-1695.
- [16] NARAYAN Y., THOMAS G., KUMAR R. 2008. Is extreme flexion of the knee after total knee replacement a prerequisite for patient satisfaction? *Int Orthop*. 44: 123-127.
- [17] NELSON C.L., KIM J., LOTKE P.A. 2005. Stiffness after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am. (Suppl 1(Pt 2))*: 264-270.
- [18] NIEMEYER P., KOESTLER W., KAEHNY C. *et al.* 2008. Two-year results of open wedge high tibial osteotomy with fixation by medial plate fixator for medial compartment arthritis with varus malalignment of the knee. *Arthroscopy* 24: 796-804.
- [19] NOBLE P.C., CONDITT M.A., COOK K.F. *et al.* 2006. Patient expectations affect satisfaction with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res*. 452: 35-43.
- [20] WEISS J.M., NOBLE P.C., CONDITT M.A. *et al.* 2002. What functional activities are important to patients with knee replacements? *Clin orthop Rel Res*. 404: 172-188.







# **COMMENT JE FAIS UNE OSTÉOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION ?**

*S. LUSTIG, E. SERVIEN, A. PINAROLI, J-M. FAYARD, PH. NEYRET*

## **INTRODUCTION**

L'ostéotomie tibiale de valgisation reste une intervention de choix pour traiter une arthrose fémoro-tibiale interne sur morphotype en genu varum. Elle assure dans notre expérience un résultat durable avec plus de 70 % de bons résultats à 7 ans, à condition que l'on ait pu obtenir une correction angulaire frontale entre 3 et 6 degrés de valgus [1].

Les facteurs pronostiques ont été bien étudiés [2, 3]. Les échecs des ostéotomies sont dus le plus souvent à une récurrence du varus (en particulier s'il existait une hypocorrection initiale), à une hypercorrection avec dégradation du compartiment externe, ou à un "épuisement" de l'ostéotomie (décrit par le Pr. Lerat) et plus rarement au développement d'une arthrose fémoro-patellaire.

Malgré une dégradation progressive des résultats avec le temps, cette intervention reste fréquemment indiquée, surtout chez l'adulte jeune. Elle garde toute sa place, face à la chirurgie prothétique du genou (arthroplastie unicompartmentale ou totale).

Il existe classiquement deux techniques chirurgicales à notre disposition. D'une part l'ouverture interne associée ou non à une greffe, et d'autre part la fermeture externe avec ostéotomie du col du péroné.

## **TECHNIQUE CHIRURGICALE DE L'OTV PAR FERMETURE EXTERNE**

L'intervention est réalisée sur un patient en décubitus dorsal, sous garrot pneumatique (fig. 1). Un amplificateur de brillance est installé.



**Fig. 1**



## Voie d'abord

L'incision cutanée à la face antéroexterne du tibia est oblique. Elle débute à 1 cm au-dessus de la tubérosité tibiale antérieure pour s'achever à 1 cm en dessous de la tête du péroné (fig. 2).



Fig. 2

On ouvre l'aponévrose jambière en laissant une "jupette" supérieure insérée sur l'épiphyse en haut, puis on désinsère à la rugine raspatoire le jambier antérieur et extenseur commun des orteils, donnant ainsi accès à la métaphyse tibiale (fig. 3).



Fig. 3

## Ostéotomie du col du péroné

Le col du péroné est dégagé tout en protégeant le nerf fibulaire commun (SPE) à l'aide d'une rugine laissée en place (fig. 4). On pratique 4 trous de mèche 3,2 mm sur le col du péroné.

A l'aide d'une lame de Lambotte on réalise l'ostéotomie. Le fragment de péroné est alors enlevé à l'aide de la pince à séquestre. Le péroné est mobile. Il faut vérifier que le nerf fibulaire commun ne soit pas pris dans le foyer d'ostéotomie.

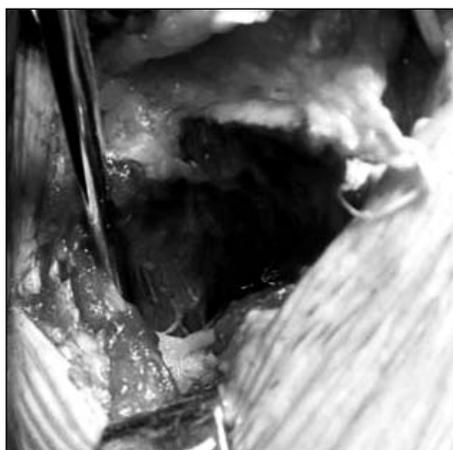


Fig. 4

## ***Ostéotomie du tibia***

L'ostéotomie et la fixation tibiale sont au mieux réalisées avec un ancillaire spécifique. Cependant, si les bases de l'ostéotomie restent toujours les mêmes, un autre type de fixation (agrafes, plaques...) peut être utilisé par l'opérateur.

Nous utilisons le matériel ancillaire HTO Tornier® [plaque INTRASOFT] qui nous permet de réaliser une fermeture précise et un montage stable. L'ensemble tête de plaque-têtes des vis a été étudié pour être encastré dans l'os. La saillie sous-cutanée de la plaque est minime. Différentes longueurs de plaques et de vis sont disponibles pour s'adapter aux tailles de tibia rencontrées en pratique courante.

### *Mise en place de la broche guide parallèle à l'interligne (fig. 5)*

Pour cela, on introduit une fiche dans l'interligne articulaire, et on centre la tige du guide d'alignement sur la diaphyse tibiale. Puis on positionne une broche guide à l'aide de l'ancillaire qui sera automatiquement positionnée à 1 cm sous le niveau de l'interligne.



**Fig. 5**

*Impaction du ciseau à plaque en le glissant sur la broche en s'arrêtant à environ 1 cm de la corticale interne (fig. 6)*

On peut lire la longueur de la plaque sur les graduations de l'ostéotome.



**Fig. 6**

### *Préparation du logement de la tête de plaque (fig. 7)*

On glisse le guide de perçage sur la broche et on l'impacte.  
On réalise alors des trous à l'aide du forêt de diamètre 6 mm.



Fig. 7

### Mise en place de la plaque HTO (fig. 8)

On glisse la plaque de longueur appropriée sur la broche. On l'impacte jusqu'à ce que sa tête s'encastre dans l'os.



Fig. 8

### Coupe inférieure de l'ostéotomie

Certains opérateurs mettent en place une broche guide qui matérialisera le trait d'ostéotomie inférieur. Nous pensons que cette étape n'est pas nécessaire.

Le trait d'ostéotomie est sus-tubérositaire et ascendant dans un plan oblique. Il est inutile de faire un contrôle scopique si l'on respecte les règles suivantes :

- Débuter latéralement en dessous de l'articulation péronéo-tibiale et passer juste au-dessus de la TTA. En suivant cette direction, l'ostéotomie est sans danger pour le plateau tibial.
- Les traits de scie doivent être réalisés comme le montre le schéma fig. 9.
- Attention à ne pas fragiliser le tendon rotulien en le protégeant par un écarteur de Farabeuf.
- Toujours faire un contrôle peropératoire de la correction.

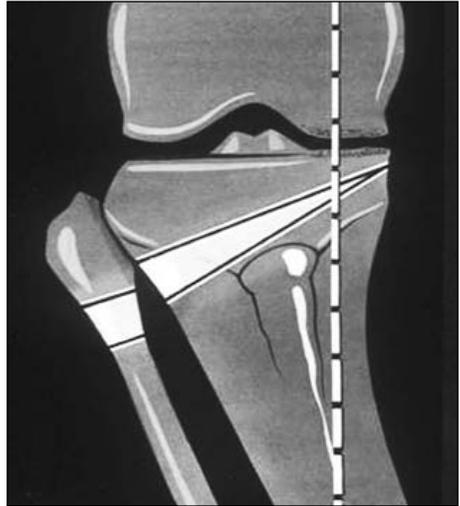


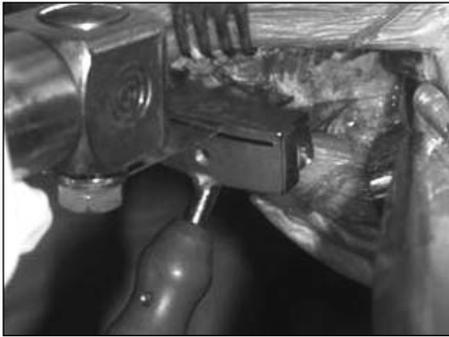
Fig. 9

On utilise la scie oscillante en respectant la tubérosité tibiale antérieure et l'articulation péronéo-tibiale supérieure. Une rugine est introduite à la face postérieure du tibia pour protéger l'artère poplitée.

### Coupe supérieure

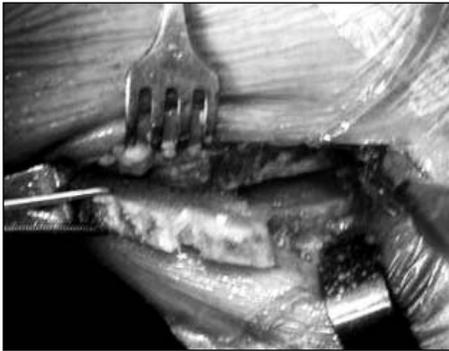
On introduit le rapporteur de coupe de l'angle choisi dans le trait d'ostéotomie. Il faut l'impacter jusqu'au contact de la corticale postéro-interne.

L'ostéotomie est réalisée à la scie oscillante (fig. 10).



**Fig. 10**

On retire le coin osseux (fig. 11).



**Fig. 11**

### *Réduction de l'ostéotomie et contrôle de l'axe*

On fixe une vis provisoire dans le fragment distal à environ 1 cm du trait d'ostéotomie qui servira d'appui à la pince de réduction. On réduit à l'aide de la pince de réduction (fig. 12).

On réalise un contrôle scopique pour s'assurer de la bonne correction à l'aide de la tige d'alignement télescopique comme pour les ouvertures internes.

L'axe doit passer légèrement en dehors de l'épine tibiale externe (ceci peut être modulé en fonction de l'indication).



**Fig. 12**

### *Fixation de l'ostéotomie (fig. 13)*

On met en place les deux vis à travers la plaque tout en maintenant la réduction à l'aide de la pince. Les vis sont bicorticales. Le groupe musculaire antéroexterne est fixé sur la plaque. Un drain de Redon est mis en place.



**Fig. 13**

## Complications possibles

Deux complications spécifiques sont à prévenir avec l'OTV par fermeture externe :

- La lésion du SPE,
- Le syndrome des loges.

## TECHNIQUE CHIRURGICALE DE L'OTV PAR OUVERTURE INTERNE

L'installation ne diffère pas de celle d'une OTV par fermeture externe. On peut placer un coussin sous la fesse pour faciliter le prélèvement de crête iliaque si une greffe est réalisée.

### Voie d'abord

L'incision est horizontale à la face antéro-interne du tibia débutant au-dessus de la tubérosité tibiale antérieure et mesurant environ 8 cm de long.

Nous désinsérons d'avant en arrière les tendons de la patte-d'oie et la partie distale du faisceau superficiel du ligament latéral interne, pour exposer toute la face interne du tibia (fig. 14).

La face postérieure de la métaphyse tibiale est ruginée délicatement en prenant bien soin que l'instrument reste toujours au contact de l'os.

La rugine sera laissée en place comme protection pendant l'ostéotomie.

En avant, on dégage la face profonde du tendon rotulien jusqu'à son insertion sur la tubérosité tibiale et il sera protégé pendant le reste de l'intervention par un écarteur de Farabeuf.



Fig. 14

### Ostéotomie tibiale

Il s'agit d'une ostéotomie sus-tubérositaire, interligamentaire, débutant au sommet de la tubérosité tibiale antérieure. Elle est presque horizontale ce qui la différencie de l'ostéotomie de fermeture externe.

Nous utilisons deux broches guides de Kirschner 20/10 qui suivent le trajet de la future ostéotomie, juste au-dessus de l'articulation péronéo-tibiale supérieure ; en pratique, l'axe est donné en palpant la tête du péroné.

Un contrôle scopique peropératoire nous permet de vérifier le bon positionnement des broche-guides ; le cas échéant, nous modifions l'orientation de ces broches (fig. 15).

Le trait est ascendant dirigé vers l'extrémité supérieure du péroné. Le trait doit affleurer le bord supérieur de la tubérosité tibiale antérieure.

L'ostéotomie est effectuée à la scie oscillante en s'appuyant sous les deux broche-guides en commençant par la partie moyenne du tibia puis sur les faces antérieure et postérieure (fig. 16).



Fig. 15



Fig. 16

Elle est complétée à la lame de Lambotte en particulier sur la corticale antérieure où l'on risque, en utilisant la scie, de sectionner le tendon rotulien.

Il est impératif de conserver une charnière externe pendant tout le temps de l'ostéotomie. Cette charnière est fragilisée par des perforations en timbre-poste avec une mèche de 3,2 mm.

Une lame de Lambotte [d'épaisseur 2 mm correspondant grossièrement à 2° de correction] est introduite dans le trait. Puis une seconde lame est introduite sous la première afin de réaliser une ouverture progressive du foyer d'ostéotomie. En fonction de la correction désirée x lames seront superposées entre les 2 premières (fig. 17).

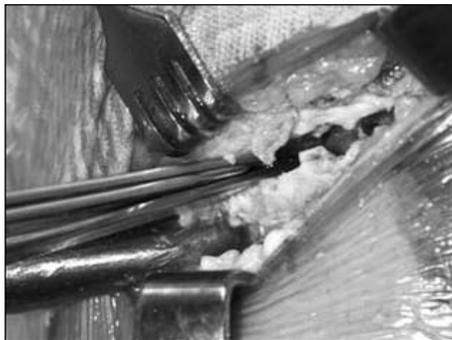


Fig. 17

Il faut mettre en premier deux lames que l'on enfonce jusqu'à la corticale opposée, puis une troisième lame si nécessaire, située entre les 2 précédentes que l'on enfonce progressivement. En effet, plus on enfonce la lame, plus le degré de correction est important. Il ne faut pas trop enfonce le troisième ostéotome pour ne pas fracturer la corticale externe.

Si l'ouverture est insuffisante, il faut continuer à fragiliser les ponts osseux restant avec des ostéotomes supplémentaires, en avant et en arrière, jusqu'à l'obtention de l'ouverture souhaitée.

L'ouverture est, si l'on n'y prend pas garde, toujours plus importante en arrière qu'en avant.

La vérification peropératoire du degré de correction est systématique. On utilise une longue barre radio opaque que l'on place au milieu de la cheville et au milieu du centre de la tête du fémur.



On vérifie alors la position de la barre par rapport au centre du genou. On adapte alors la correction en ajoutant ou en retirant une lame du site d'ostéotomie.

Il est important de prendre en considération le fait que dans l'ostéotomie de soustraction les 2 traits d'ostéotomies s'ajoutent à la correction apportée. A l'inverse, dans l'ostéotomie d'addition, le trait de scie se soustrait à l'ouverture.



**Fig. 18**

### **Ostéosynthèse**

Elle doit être rigide pour éviter toute perte de correction postopératoire, nous utilisons habituellement deux ou trois agrafes de Blount ou Orthomed (fig. 18, 19).

Mais il est possible d'utiliser un autre mode de fixation (Plaque Tomofix, Plaque Surfix, Plaque de Chambat...). La plaque Tomofix présente l'avantage d'avoir une fixation rigide très sûre et satisfaisante.

Le comblement de l'ouverture est réalisé par une autogreffe cortico-spongieuse prélevée aux dépens de la table interne de la crête iliaque antérieure. Il faut éviter lors de la greffe d'induire un changement de pente tibiale trop important.

On peut se passer de greffe en cas d'ouverture peu importante (moins de 10 mm) chez un patient non-fumeur et à condition d'utiliser un système de fixation rigide (plaque Tomofix par exemple).

Il existe également des substituts osseux (triphosphate calcique) qui peuvent être utilisés à la place de la greffe osseuse.

Lors de la fermeture, le ligament latéral interne et la terminaison de la patte-d'oie sont suturés en recouvrant les agrafes.

Un drain de Redon est placé dans la loge antéro-externe de la jambe.



**Fig. 19**

### **Complications possibles**

Deux complications peuvent survenir lors de la réalisation d'une ostéotomie par ouverture interne :

- La fracture de la charnière externe se produit surtout dans les corrections importantes. C'est une cause d'hypocorrection opératoire.

- Une fracture du plateau tibial externe, peut se produire si la charnière n'a pas été suffisamment fragilisée et si l'on essaie d'ouvrir le foyer d'ostéotomie en force à l'aide d'un mouvement de bâillement forcé ou par l'introduction trop profonde des ostéotomes intermédiaires. Ce refend, habituellement non déplacé, sera fixé par la plaque d'ostéosynthèse à condition que celle-ci comporte des vis.

## SUITES POSTOPÉRATOIRES

Les suites postopératoires sont identiques pour les OTV par ouverture interne et par fermeture externe :

- Lever dès le lendemain de l'intervention mais sans appui pendant 2 mois,
- Marche avec 2 cannes,
- Anticoagulation préventive pour une durée de 1 mois,

- Port d'une attelle en extension remplacée par une attelle en résine (à 10° de flexion) amovible de repos à J1 ou J2 postopératoire à garder 2 mois,
- La rééducation débute le lendemain de l'intervention avec une récupération prudente des amplitudes articulaires sans limitation de flexion (sauf 120° avant J15),
- Ablation du drain de Redon entre J2 et J4 en fonction du débit,
- Une durée d'hospitalisation comprise entre 4 et 7 jours,
- Ablation des fils de suture à J12,
- Absence de conduite automobile 10 semaines (sauf si embrayage automatique),
- Un arrêt de travail 3 à 4 mois selon la profession,
- Une pleine récupération des activités de loisir à 6 mois.

Néanmoins, une synthèse rigide (type plaque Tomofix) autorise une mobilisation plus soutenue, l'absence d'attelle et un appui plus précoce (appui partiel puis protégé).

## BIBLIOGRAPHIE

[1] LEVIGNE C., BONNIN M. 1991. Ostéotomie tibiale de valgisation pour arthrose fémoro-tibiale interne. *Septièmes Journées Lyonnaises de chirurgie du genou*. 142-168.

[2] LOOTVOET L., MASSINON A., ROSSILLON R., HIMMER O., LAMBERT K., GHOSEZ J.P. 1993. Upper osteotomy for gonarthrosis in genu varum. *Rev Chir Orthop*. 79(5):375-384.

[3] BONNIN M., CHAMBAT P. 2004. Current status of valgus angle, tibial head closing wedge osteotomy in media gonarthrosis. *Orthopade*. 33(2): 135-142.







# **PLACE DE LA NAVIGATION DANS LES OSTÉOTOMIES TIBIALES**

*J-CL. PANISSET*

## **INTRODUCTION**

Le résultat d'une ostéotomie est directement dépendant de la correction souhaitée et réalisée lors de l'intervention [1]. La précision dans la réalisation du geste opératoire est fondamentale. Jusqu'à présent, nous disposions de l'amplificateur de brillance pour vérifier la position de l'ostéotomie et pour vérifier le nouvel axe en prenant comme repère la tête fémorale et la mortaise tibio-tarsienne. Cette technique reste valable mais certainement imprécise. La navigation chirurgicale utilisée dans les prothèses de genou a fait la preuve de son efficacité par l'amélioration de la précision [2]. L'application d'un système similaire pour la réalisation des ostéotomies peut-elle nous apporter une aide ? Quelques chirurgiens ont déjà montré la preuve de cette efficacité [3, 4]. Que nous apporte la navigation ? Quelles sont les difficultés ?

## **L'OSTÉOTOMIE TIBIALE D'OUVERTURE NAVIGUÉE**

Nous prenons dans cette étude, comme exemple l'ostéotomie d'ouverture médiale, car c'est l'ostéotomie la plus utilisée.

Néanmoins, n'importe quelle ostéotomie autour du genou peut être réalisée avec le système navigué.

Nous utilisons depuis de nombreuses années la navigation pour la chirurgie du genou et de la hanche. Nous utilisons le système Orthopilot développé par la société B Braun-Aesculap. Cependant, de nombreuses sociétés développent petit à petit des systèmes de navigation comparables.

Pour réaliser une ostéotomie naviguée, il y a un temps d'acquisition des données et un temps opératoire.

### ***Acquisition des données***

Nous utilisons une caméra opto-électronique et des capteurs passifs. Nous fixons un capteur sur la face antéro-médiale du tibia à la jonction 1/3 inférieur et 1/3 moyen et un deuxième sur le condyle médial.

Les capteurs sont fixés par l'intermédiaire de deux broches de 25/10 mm rigidifiées par un système métallique rigide.

Le premier temps consiste à faire les acquisitions.



Nous allons acquérir, grâce à un palpeur surmonté d'un capteur passif, des points sur la face antérieure de la rotule. Puis nous allons trouver le centre de la hanche en réalisant des mouvements de rotation de l'articulation. Nous déterminons ensuite la position de la cheville par des mouvements de flexion extension, de même au niveau du genou et nous terminons par la palpation de points sur le condyle médial, le condyle latéral et enfin le plateau tibial médial. Toutes ces acquisitions sont suivies sur l'écran de l'ordinateur.

Une fois ce temps réalisé nous obtenons l'axe du membre inférieur avec la déformation dans le plan frontal et dans le plan sagittal.

Dans cette situation, nous avons une estimation de l'axe sans aucun appui (fig. 1), il est donc souhaitable de tester d'une part en varus forcé pour connaître la valeur de la contrainte maximale et d'autre part en valgus forcé pour connaître les possibilités de réduction de la déformation. Toutes ces valeurs seront affichées et enregistrées sur l'écran. Nous pouvons d'autre part contrôler à tout moment la valeur de la flexion du genou et donc du flexum. L'ordinateur va à ce moment nous donner la position idéale que doit avoir l'axe de charge sur le compartiment latéral en fonction des données morphométriques.



**Fig. 1 : Axe de charge préopératoire**

## **Temps opératoire**

La réalisation de l'ostéotomie est tout à fait classique. Nous utilisons depuis de nombreuses années le système Otis. Ce système est développé par la société SBM, il présente l'avantage d'avoir une plaque de petite taille, avec 4 vis de 6,5 mm de diamètre qui sont verrouillés dans la plaque, assurant un véritable fixateur interne rigide. Ce système comprend aussi un substitut osseux en phosphate tricalcique. Il s'agit d'une céramique poreuse réalisant un coin dont les valeurs varient de 6° à 17°.

La réalisation de l'ostéotomie se fait en utilisant un système de coupe sur broches, mises en place en visant l'espace latéral situé entre le plateau tibial latéral et la tête du péroné. La coupe est faite sous les broches, et l'ostéotomie est complétée en avant et en dehors par des ostéotomes d'épaisseur croissante jusqu'à obtenir une classe externe. Les broches sont laissées en place pour éviter une fracture du plateau tibial lors des contraintes en valgus.

Nous utilisons des coins métalliques, pour choisir le coin de Biosorb définitif.

Nous revenons alors à la navigation. L'ordinateur nous donne une cartographie (fig. 2), avec la correction en valgus obtenue, le flexum, et la position de l'axe mécanique du membre inférieur. A ce moment-là, nous devons mettre une contrainte en varus pour simuler la charge. Nous pouvons modifier la correction en utilisant des coins de taille différente mais aussi en modifiant la position du coin pour diminuer un flexum.

L'ordinateur nous donne aussi l'allongement généré par l'ostéotomie d'ouverture.

Une fois le choix définitif du coin de Biosorb fait et la plaque posée, nous enregistrons définitivement l'axe postopératoire avec la contrainte en varus simulant la charge en appui.



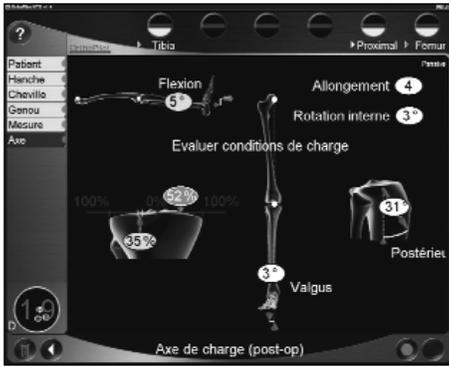


Fig. 2 : Axe de charge postop

## ETUDE DE FIABILITÉ SUR 50 CAS

Pour juger de l'efficacité de la navigation dans l'ostéotomie, nous avons décidé de réaliser une étude avec 50 cas sur une série continue de patients.

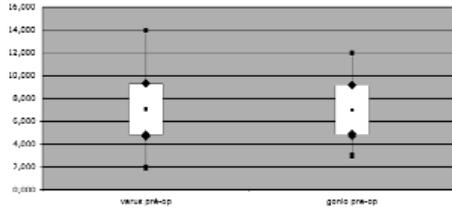
Tous les patients ont eu une goniométrie préopératoire en appui, puis ont bénéficié de l'ostéotomie naviguée décrite précédemment. Nous avons revu tous les patients à 1 an postopératoire avec une goniométrie en appui dans les mêmes conditions qu'en préopératoire. Nous avons comparé les données radiographiques et les données de la navigation. Nous avons utilisé les tests statistiques avec le logiciel Statal.

## RÉSULTATS

Comparaison du varus mesuré sur la goniométrie en préopératoire et le varus navigué sous contrainte en varus.

Résultats	gonio préop	varus préop
Nb sujets	50	50
Moyenne	7	7,04
Ecart-Type	2,138	2,240
Médiane	7	7

Nous obtenons ainsi une stricte concordance entre les deux mesures avec un test statistique qui ne montre aucune différence entre les deux mesures  $P < 0,000011$ .



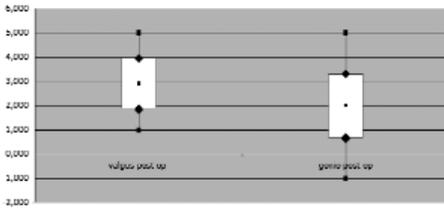
De même, nous avons réalisé une mesure entre la goniométrie réalisée à 1 an (fig. 3) et la valeur de la correction en valgus lors de la dernière mesure, plaque vissée en place.



Fig. 3 : Goniométrie postop

Résultats	valgus postop	gonio postop	Différence
Nb valides	50	50	50
Moyenne	2,9	1,98	0,92
Ecart-Type	1,035	1,317	0,900
Médiane	3	2	1

Il existe une petite variation de 1° entre la mesure naviguée, 2,9° et la mesure à 1 an, 1,9°. Cette différence est statistiquement significative.



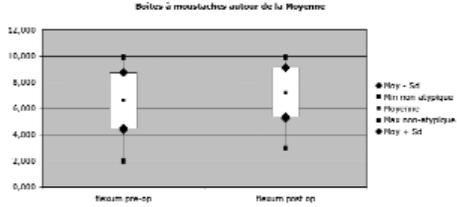
Nous pouvons expliquer cette différence surtout par une insuffisance de contrainte en varus lors de la réalisation de la mesure naviguée, aboutissant à une légère hypocorrection. Il est effectivement souhaitable d'avoir une correction entre 3° et 5°. Nous conseillons donc lors de la navigation, de mettre lors de la mesure une contrainte assez importante pour se trouver dans une situation d'appui au moins bi-podal, ou de tolérer un chiffre plus élevé de valgus, de l'ordre de 5°.

### Analyse du flexum

Cette analyse est fondamentale car nous avons tendance à augmenter la pente tibiale en réalisant une ouverture. Nous avons donc comparé la pente préopératoire et la pente postopératoire sur les radios en appui-monopodal.

Résultats	flexum preop	flexum postop	Différence
Nb valides	50	50	50
Moyenne	6,62	7,24	-0,62
Ecart-Type	2,137	1,890	0,667
Médiane	7,5	8	-1

Il existe effectivement une petite différence statistiquement significative  $p < 0,05$  mais cette différence est très faible et surtout n'a pas de conséquence clinique,  $< 1^\circ$ .



## DISCUSSION

Cette étude nous a permis de montrer qu'il existait une bonne corrélation entre les données de la goniométrie et les données de la navigation. Ce fait ne nous surprend pas car l'acquisition des données dans cette procédure de navigation est simple et fiable. D'autre part, nous comparons ces données à une mesure réalisée sur une goniométrie qui permet de repérer les centres de la tête fémorale et de la mortaise tibio-péronière. Nous n'avions pas eu les mêmes résultats avec la navigation ligamentaire où la mesure des axes avait été entachée d'erreurs [5, 6]. Nous avons conclu qu'il était difficile de comparer des mesures radiographiques et des données informatiques. Dans le cas de l'ostéotomie naviguée, il existe donc une excellente concordance entre les mesures et les données informatiques.

La navigation nous apporte la précision dans la correction souhaitée. Notre étude montre qu'il existe peu d'erreurs et les deux cas qui ont été sous corrigés sont le fait directement de l'opérateur. Au début de l'expérience, nous n'avions pas pris en compte l'importance de la charge en varus une fois la correction effectuée.

La navigation nous permet aussi de vérifier la correction dans le plan sagittal. En effet, l'ostéotomie d'ouverture tibiale a la mauvai-



se réputation d'augmenter la pente tibiale [7], ce qui est fort préjudiciable pour la cinématique du genou et en particulier sa stabilité antéro-postérieure. Pour éviter cette augmentation de la pente, nous devons ouvrir moins en avant qu'en arrière. La navigation nous permet ainsi en temps réel de changer la position du coin d'essai et de voir les modifications induites sur le flexum. D'après l'étude de Song *et al.*, il est important de maintenir une ouverture antérieure à seulement 67 % de l'ouverture postérieure. Pour Noyes, la valeur doit être proche de 50 % [8].

La navigation nous apporte une précision supérieure dans le plan sagittal par rapport aux méthodes conventionnelles. Cette précision a déjà été démontrée par de nombreux auteurs [9].

Elle nous permet aussi de combiner avec une grande précision une ostéotomie tibiale d'ouverture et une ostéotomie fémorale de fermeture externe (fig. 4). En effet, comme nous l'a démontré D. Saragaglia, il existe des cas où la déformation en varus est très importante, supérieure à  $12^\circ$  et la correction va induire un interligne oblique supérieur à  $5^\circ$ . Cette situation est donc difficile pour l'équilibrage ligamentaire d'une prothèse totale du genou secondaire. La navigation nous permet de corriger au mieux dans le fémur et dans le tibia pour garder un interligne horizontal, et évite aussi d'augmenter la pente tibiale. Dans cette étude nous n'avons pas comparé les résultats de l'ostéotomie naviguée à l'ostéotomie réalisée de manière conventionnelle, ceci a été réalisé par Maurer [10] qui a fait une étude entre 2003 et 2006 sur 67 ostéotomies, dont 44 ostéotomies naviguées contre 23 ostéotomies traditionnelles, il a montré une précision supérieure avec la navigation et ceci de manière statistiquement significative.

La navigation ne nous permet pas, à l'heure actuelle, de naviguer le trait d'ostéotomie. Il est incontestable que la position du trait dans le plan frontal et dans le plan sagittal a une influence sur le résultat définitif.



Fig. 4 : Ostéotomie à deux étages

L'utilisation de l'amplificateur de brillance est alors utile pour certains opérateurs, et dans les cas difficiles pour être certain de la bonne position. L'évolution vers la navigation du trait d'ostéotomie sera l'étape supplémentaire qui permettra de se passer définitivement de l'amplificateur de brillance. Dans notre expérience nous ne faisons appel à lui que dans les cas complexes.

## CONCLUSION

Après avoir utilisé la navigation dans la chirurgie de la hanche, du ligament croisé antérieur, et réalisé plusieurs études sur ces

sujets-là, il m'apparaît aujourd'hui que l'utilisation de la navigation dans l'ostéotomie est une aide devenue pour moi indispensable. Je n'ai pas trouvé de moyen plus précis pour avoir une correction adaptée dans le plan frontal et sagittal. En plus, la réalisation de la navigation ne demande que 10 minutes

de plus lors de l'intervention pour placer les capteurs et réaliser les acquisitions. Le logiciel est donc facile d'utilisation. Le projet futur et le souhait des opérateurs sont de pouvoir naviguer le trait d'ostéotomie, ce qui permettrait d'être encore plus précis dans la réalisation du geste.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] JENNY J.Y., TAVAN A., JENNY G., KEHR P. 1998. Taux de survie à long terme des ostéotomies tibiales de valgisation pour gonarthrose. *Rev Chir Orthop*, 84, 350-7.
- [2] SARAGAGLIA D., PICARD F., LEITNER F. 2007. An 8 to 10 year follow-up of 26 computer-assisted total knee Arthroplasties. *Orthopedics October Vol 30 n° 10*.
- [3] SONG E.K., SEON, J.K., PARK-SANG J. 2007. How to avoid Unintended increase of posterior slope in navigation-assisted open wedge high tibial osteotomy. *Orthopedics October Vol 30 n°10*.
- [4] SARAGAGLIA D., PICARD F. 2005. Computer assisted double osteotomy for severe genu-varum-First results about 11 cases. Computer assisted orthopaedic surgery. 5<sup>th</sup> annual meeting of CAOS-International Proceedings Helsinki 19-22.
- [5] PANISSET J.C., BOUX DE CASSON F. 2006. Navigated anterior cruciate ligament reconstruction: Correlation between computer data and radiography measurements. *Orthopedics October Vol 29 n°10*.
- [6] PANISSET J.C., PICARD F. 2007. The anterior cruciate ligament and navigation. *Curret Orthopaedics. Vol 29. June -193-199*.
- [7] HOHMANN E., BRYANT A., IMHOFF A.B. 2006. The effect of closed wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a raddiographic study. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc. 14(5): 454-459. Epub 2005 Nov 16*.
- [8] NOYES F.R., GOEBEL S.X., WEST J. 2005. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. *Am J Sports Med. 33(3):378-387*.
- [9] SARAGAGLIA D., ROBERTS J. 2005. Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. *Orthopedics 28(10suppl): S1269-S1274*.
- [10] MAURER F., WASSMER G. 2006. High tibial Osteotomy: Does navigation Improve results? *Orthopedics october. Vol 29. N° 10 suppl*.





# **POURQUOI EST-CE QUE JE PRÉFÈRE LES OSTÉOTOMIES TIBIALES DE VALGISATION PAR OUVERTURE INTERNE ?**

*A. PINAROLI, E. SERVIEN, S. LUSTIG, J-M. FAYARD, PH. NEYRET*

## **INTRODUCTION**

Les ostéotomies tibiales de valgisation (OTV), pour le traitement des arthroses fémoro-tibiales internes, ont commencé à être effectuées en pratique courante il y a un peu plus de 50 ans. Initialement, la technique décrite était celle d'une fermeture tibiale externe, la technique d'ostéotomie tibiale par ouverture interne décrite plus tardivement et popularisée depuis environ 20 ans [23].

Le but des ostéotomies tibiales est d'améliorer la symptomatologie douloureuse et de permettre un retour aux activités professionnelles et sportives [5], même si ce dernier objectif semble difficile à atteindre [25]. Ces opérations sont en compétition avec les arthroplasties totales ou unicompartimentales devenues de plus en plus fiables. Pourtant, les prothèses du genou ne sont pas encore capables de permettre et supporter durablement une activité physique importante. De ce fait, chez le sujet jeune, l'OTV reste le traitement chirurgical de référence de la gonarthrose interne débutante sur un genou normoaxé ou en varus.

D'une manière générale, afin de pouvoir améliorer les résultats d'une intervention chirurgicale, il faut en premier lieu définir précisément la cible (ou objectif) que l'on veut atteindre. Dans un second temps, il faut rechercher les meilleurs moyens permettant d'atteindre le plus précisément cette cible.

La cible à atteindre est l'obtention d'un axe fémoro-tibial mécanique (AFTm) postopératoire supérieur à 180°. Cette valeur doit être constante au cours du temps afin d'éviter les récurrences précoces. Un excès de cet angle (ou hypercorrection) aboutit, à terme, à une dégradation du compartiment fémoro-tibial externe et un angle trop faible (ou hypocorrection) entraîne un échec précoce [11, 12]. D'une manière idéale, la cible doit être personnalisée à chaque patient. Différents paramètres peuvent être pris en compte comme le poids du patient, son âge, son niveau d'activité physique et l'existence d'une laxité frontale, d'une déformation osseuse constitutionnelle ou d'un trouble de torsion osseuse fémorale secondaire à un cal vicieux. Il faut donc réaliser une "véritable planification préopératoire" incluant tous ces éléments.



Les moyens d'atteindre cette cible sont multiples (précision de la correction frontale, amélioration de la fixation...), et vont souvent faire préférer au chirurgien orthopédiste le type d'ostéotomie à réaliser, en fonction des avantages et des inconvénients de chacune d'entre elles.

Par ailleurs, pour la plupart des chirurgiens, cette intervention vise aussi à retarder au maximum l'échéance d'une arthroplastie totale du genou [2]. Or, dans cette optique, il est intéressant de bien appréhender les modifications du genou après l'OTV, car celles-ci peuvent rendre plus difficile la réalisation de l'arthroplastie, pouvant peut-être expliquer des résultats moins bons que sur un genou vierge [6, 9, 17].

## GÉNÉRALITÉS SUR LES OTV

### *Principes biomécaniques des OTV*

Le principe des OTV est de réaligner le genou afin de redistribuer les forces qui le traversent vers le compartiment fémoro-tibial externe sain [5, 8], en tenant compte du moment varisant [21], ce qui nécessite une hypercorrection, variable selon les auteurs, de 2 à plus de 8° [5, 7, 11, 21]. En effet, une hypocorrection conduit systématiquement à un résultat clinique insuffisant et à une récurrence précoce de la déformation [5].

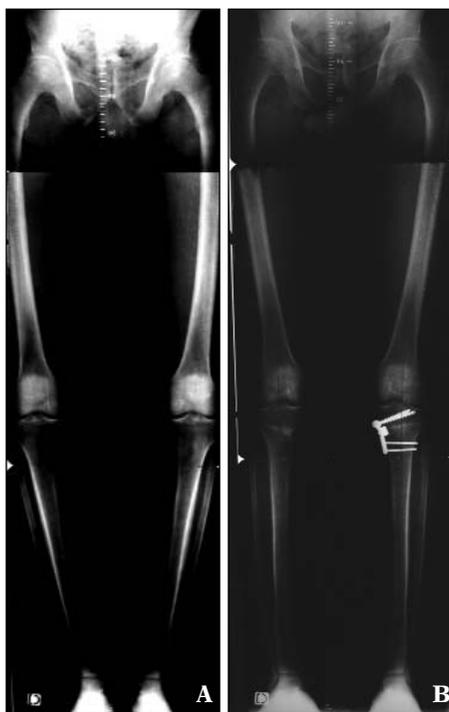
Ce principe respecté a démontré un véritable report des contraintes mesurées dans le compartiment fémoro-tibial externe [23], permettant de diminuer les douleurs internes [5].

La diminution des pressions sur le compartiment fémoro-tibial interne, même avec une valgisation suffisante, nécessite malgré tout de diminuer la tension du ligament collatéral médial [2].

De toute façon, la précision de la correction peropératoire est difficile à évaluer, avec de grandes variations d'axe possibles dans le plan frontal en fonction de la rotation de la hanche, du genou, et de la flexion du genou [18].

### *Planification préopératoire*

Une planification préopératoire soignée est indispensable [23], afin de prévoir la correction à apporter, nécessitant un bilan radiographique complet avec notamment une pangonométrie de face en charge [7, 16, 25] (fig. 1A et 1B).



**Fig. 1 :**  
**A) Pangonométrie debout de face. Bilan préopératoire**  
**B) Pangonométrie de bout de face. Contrôle radiographique du même patient à 2 ans postopératoire du côté droit et 1 an du côté gauche (Fixation par plaque de Chambat)**



La tomodensitométrie osseuse permet de calculer de manière plus fiable les axes mécaniques du membre inférieur. Elle se révèle particulièrement intéressante en cas de cal vicieux fémoral permettant de déterminer de manière "fiable" les index de torsions des membres. En revanche, le coût et l'irradiation sont les deux handicaps majeurs de cet examen.

### **Indications des OTV**

Les indications sont actuellement en diminution à cause des progrès des PTG [17]. Néanmoins, la majorité des auteurs s'accorde à proposer cette intervention dans les cas d'arthrose fémoro-tibiale interne isolée [5, 8, 17], après épuisement du traitement médical [6] avec une mobilité relativement conservée et en absence de flexum sévère (10 à 15°) [5, 7, 8, 17]. La déformation frontale doit être modérée ainsi que la laxité frontale [5, 8].

Même s'il n'existe pas d'âge limite pour l'indication d'une OTV, cette intervention s'adresse avant tout à des patients jeunes et actifs, de moins de 65 ans pour la plupart des auteurs [5, 8, 25, 26].

Dans ce contexte, l'ostéotomie tibiale peut être un geste chirurgical associé, comme lors d'une ligamentoplastie, du traitement de lésions cartilagineuses, ou de greffes méniscales.

L'ostéotomie peut aussi s'inscrire dans le cadre de corrections plus complexes, avec ostéotomie fémorale associée (de varisation, de dérotation...). Elle peut aussi être réalisée en association avec une arthroplastie totale du genou (PTG + OTV en cas de varus tibial extra-articulaire important), voire avec une arthroplastie unicompartmentale du genou.

### **Contre-indications des OTV**

Les contre-indications découlent des indications et sont représentées par l'existence d'une arthrose pluri-compartmentaire, d'une mobilité limitée, notamment avec l'existence d'un flexum sévère. Les arthrites inflammatoires, touchant tous les compartiments du genou, ne sont pas une indication d'ostéotomie correctrice (on peut rapprocher de ce cadre la chondrocalcinose articulaire), et par ailleurs, l'existence de pathologies des articulations sus et sous-jacentes est à bien prendre en compte avant de modifier l'axe du membre par une OTV [5, 7].

### **Résultats des OTV**

En respectant les indications de ce type d'intervention, et en atteignant les objectifs de correction dans le plan frontal, le résultat fonctionnel et la survie des OTV sont satisfaisants.

Ainsi, à 15 ans, la courbe de survie se situe entre 57 et 67 % [5, 17, 25, 26]. Ces résultats sont expliqués par la diminution des processus dégénératifs du compartiment fémoro-tibial interne [5], voire pour certains, une régénération cartilagineuse avec prolifération de tissu fibrocartilagineux [16, 21], avec même parfois une activité ostéoblastique retrouvée dans le tissu osseux sous-chondral [21].

### **Choix du type d'ostéotomie**

Le choix du type d'ostéotomie ne fait pas l'objet de consensus et il est souvent dicté par les habitudes du chirurgien. Chaque technique présente des avantages et des inconvénients, que nous allons détailler, avant d'expliquer pourquoi nous préférons les ostéotomies tibiales de valgisation par ouverture interne.



## CONSÉQUENCES DE L'OSTÉOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION

### Avantages et inconvénients des différentes techniques

#### *Correction frontale peropératoire*

Garante du succès de l'ostéotomie, la correction peropératoire est plus précise grâce à l'ouverture interne [23]. Cette correction est aussi plus facile à modifier pendant l'intervention, si nécessaire.

Le degré de correction peut par ailleurs être précisément obtenu en utilisant des cales, parfois montées directement sur une plaque d'ostéosynthèse [3].

Les modifications peropératoires de correction dans les fermetures externes sont difficiles. En cas de coupe osseuse trop importante, la modification de la correction risque de laisser persister un espace inter-fragmentaire pouvant compromettre la consolidation du foyer. A l'inverse, en cas de coupe insuffisante, une recoupe est difficile et peu précise.

#### *Perte de correction dans le plan frontal*

Le résultat à long terme de l'ostéotomie nécessite de conserver la correction obtenue en peropératoire, après consolidation à court terme, puis à moyen terme. Ainsi, une perte de correction peut survenir par fracture de la charnière osseuse du côté opposé à l'ostéotomie. Ce risque est assez important dans les cas de correction de plus de 10° pour les fermetures externes.

Par ailleurs, quelle que soit la technique, ce risque de perte de correction est important en cas de fixation insuffisante [5]. Ainsi, l'utilisation de plaques rigides (Tomofix®,

Surfix®...) permet de maintenir le degré de correction obtenu en peropératoire, notamment dans les ouvertures internes [1].

En tout cas, l'utilisation d'une immobilisation rigide par attelle dans les suites d'une OTV par ouverture interne ne semble pas modifier cette correction [7].

#### *Modification dans le plan sagittal : modification de la pente tibiale*

Les modifications de la pente tibiale peuvent avoir un effet sur la fonction du pivot central. Ainsi, intéressantes à provoquer dans certains cas (augmentation de la pente tibiale dans les laxités postérieures chroniques, diminution dans les laxités antérieures chroniques [23]), elles sont indispensables à prendre en compte en cas d'arthroplastie du genou ultérieure. En effet, un fonctionnement anormal du LCP induit par une modification de la pente tibiale devra faire préférer le choix d'une PTG postéro-stabilisée [17].

Classiquement, les ostéotomies par fermeture externe provoquent une diminution de la pente tibiale, d'environ 5° [6, 15, 17]. Cet effet semble dû à une coupe osseuse postérieure moins importante, ainsi qu'à une compression antérieure plus importante lors de la fixation à cause de la syndesmose péronéo-tibiale supérieure [17]. Cet effet est automatique et difficile, voire impossible, à contrôler ou modifier.

Les ostéotomies par ouverture interne ont tendance à provoquer une augmentation de la pente tibiale [6], d'autant plus importante que le trait d'ostéotomie est plus distal [23]. Ceci est particulièrement important à prendre en compte en cas de laxité antérieure chronique évoluée avec usure postéro-interne, car les contraintes sur le plateau tibial en arrière sont alors très augmentées [23]. Néanmoins, cet effet est assez facile à maîtriser ou à corriger avec le positionnement des cales et/ou du moyen de fixation.



En effet, si un positionnement antérieur peut augmenter la pente tibiale de 5 à 13°, un positionnement postérieur sur le tibia ne modifie pas la pente [23] (fig. 2A et 2B).



**Fig. 2 :**  
**A) Radiographie préopératoire de profil en appui monopodal.**  
**B) Radiographie de profil en appui monopodal (contrôle à 6 mois postopératoire). Pas de modification de la pente tibiale.**

### **Modification de la hauteur rotulienne**

Quelle que soit la technique, un raccourcissement du tendon rotulien peut survenir à cause d'une immobilisation complète en extension dans les suites postopératoires [8, 9, 17]. Ce raccourcissement peut aussi être dû à des phénomènes inflammatoires et l'existence d'un hématome postopératoire [9].

Ainsi, la prévention des rotules basses peut se faire par une mobilisation précoce dans les suites postopératoires, permettant par ailleurs une bonne récupération des amplitudes articulaires [19, 11]

Cette mobilisation précoce nécessite une fixation rigide de l'ostéotomie [8, 9, 17].

La modification de la hauteur rotulienne est tout de même une conséquence logique de

l'OTV lorsque le trait d'ostéotomie passe au-dessus de la TTA.

Ainsi, la fermeture externe devrait augmenter la hauteur rotulienne. Pourtant, certains auteurs retrouvent une diminution de cette hauteur, d'ailleurs fortement corrélée à la diminution de la pente tibiale, malgré une rééducation précoce après OTV par fermeture externe [17].

La diminution de la hauteur rotulienne dans les OTV par ouverture interne est reconnue par tous les auteurs [6, 9].

Une technique dont le trait d'ostéotomie laisse la TTA attachée à la métaphyse tibiale permettrait d'éviter cette diminution de hauteur, mais cette technique présente des risques de fracture ou de pseudarthrose de la TTA [9].

Toutefois, les changements intervenant sur la fémoro-patellaire sont plus complexes que la simple modification de hauteur de la rotule [8].

### **Conséquences sur l'articulation fémoro-patellaire**

Le principe de l'OTV, concernant directement la fémoro-tibiale, se répercute indirectement sur la fémoro-patellaire, en modifiant la fonction anatomique et physiologique de l'appareil extenseur [8].

La stabilité de la rotule, lors de sa course rotulienne, est assurée par des stabilisateurs statiques et dynamiques. Le quadriceps et le vaste médial sont les principaux stabilisateurs dynamiques. Les modifications d'axe frontal après l'OTV altèrent surtout le fonctionnement du vaste médial. Les principaux stabilisateurs statiques empêchant la subluxation externe sont le MPFL et le ligament ménisco-patellaire [8]. Ils ne sont pas touchés par l'OTV.

Concernant les contraintes exercées sur la fémoro-patellaire dans un genou normal, il n'existe pas de contact entre la rotule et la

trochlée en extension complète. Les forces s'appliquent entre 10 et 20° de flexion et se poursuivent jusqu'à 135°. Ces forces peuvent représenter la moitié du poids du corps lors de la marche, et jusqu'à 3 fois le poids du corps lors de la montée des escaliers.

L'étude des pressions montre que l'ostéotomie d'ouverture interne augmente les pressions fémoro-patellaires par rapport à un genou normal. A contrario, l'ostéotomie de fermeture externe montre des pressions presque identiques à celles d'un genou normal. Il est intéressant de noter que la technique d'ouverture interne laissant la TTA attachée à la métaphyse tibiale supérieure permettrait aussi de conserver des pressions proches de celles d'un genou normal [24]. Les résultats de cette étude sont cependant à interpréter avec circonspection, s'agissant d'une étude sur cadavres, et car les corrections pratiquées étaient bien supérieures à celles faites en pratique clinique.

L'augmentation des pressions fémoro-patellaires dans les cas de rotule basse, pourrait provoquer des douleurs antérieures du genou [9, 24], ce qui ferait penser à de moins bons résultats des OTV par ouverture interne. Néanmoins, dans une étude prospective randomisée, les résultats cliniques étaient identiques pour les ouvertures internes ou les fermetures externes, notamment concernant les douleurs [20].

Enfin, l'augmentation des pressions fémoro-patellaires induite par une OTV d'ouverture interne ferait craindre à long terme une arthrose fémoro-patellaire, ce qui n'a été montré par aucune étude.

### **Consolidation osseuse**

En premier lieu, le site de l'ostéotomie influence la consolidation osseuse. Ainsi, un trait d'ostéotomie proche de l'insertion du tendon rotulien sur la tubérosité tibiale antérieure permettra une bonne consolidation en tissu osseux spongieux [5]. Pour certains

auteurs, la consolidation des fermetures externes serait meilleure, favorisée par la compression induite par le système extenseur [5]. Ainsi, le risque de retard de consolidation ou de pseudarthrose est faible. Celui-ci serait supérieur pour les ouvertures internes [7] ; mais il existe quand même pour les fermetures externes, avec des taux parfois inquiétants (jusqu'à 7,5 % des cas) [25].

La consolidation du foyer d'ostéotomie dans le cas des ouvertures internes nécessite pour la majorité des auteurs le comblement par de la greffe osseuse (allogreffe, autogreffe) ou des substituts osseux, voire une cale de ciment [12].

### **Complications vasculo-nerveuses**

Les complications vasculo-nerveuses sont rares dans les ostéotomies tibiales de valgisation, mais il existe des implications médico-légales pour les paralysies de nerf fibulaire commun [4]. Ce type de complication est plus classiquement l'apanage des fermetures externes [5, 10, 25], surtout en cas d'ostéotomie du péroné au niveau du col ou de la tête avec risque de lésion directe du nerf fibulaire commun.

Un autre risque classique des fermetures externes est la survenue d'un syndrome de loges antéro-latéral de la jambe [10], qui peut être favorisé par la compression périopératoire du muscle tibial antérieur, l'œdème musculaire de revascularisation au lâcher du garrot, ainsi que par l'hématome (favorisé par le saignement osseux du foyer d'ostéotomie et par les lésions possibles de l'artère récurrente tibiale antérieure) [4, 10].

Enfin, dans les suites postopératoires d'une OTV par fermeture externe, un petit déficit musculaire tibial antérieur ou du releveur du gros orteil peut persister, à cause de lésions de petites branches nerveuses motrices sur le site opératoire de l'ostéotomie tibiale, voire sur le site d'une ostéotomie du péroné en diaphyse [10].

Enfin, le risque de lésion vasculaire du pédicule poplité est exceptionnel, mais semble plus important en cas de fermeture externe qu'en cas d'ouverture interne, car le plan de dissection entre masses musculaires et périoste est moins facile à trouver en dehors, rendant le placement correct d'un écarteur contre-coudé difficile, protégeant alors moins bien les tissus nobles lors de la coupe postérieure [10].

## **Autres**

### *Instabilité ligamentaire périphérique*

Les fermetures externes permettent une diminution de la tension exercée par le ligament collatéral médial, et donc des pressions exercées sur le compartiment fémoro-tibial médial. Néanmoins, la relative laxité médiale induite peut se révéler invalidante chez certains patients très actifs après l'OTV.

Ainsi, certains auteurs recommandent plutôt une ouverture interne afin de retendre de ligament collatéral médial et de prévenir cette laxité [14].

Cette option, dans les ouvertures internes, est certainement à moduler en fonction des patients. En effet, si un release important du ligament collatéral médial peut s'avérer indispensable pour des usures importantes afin de diminuer les contraintes fémoro-tibiales médiales [2], il peut aboutir à une laxité médiale, surtout en flexion du genou [11, 22].

Donc, en cas de petite correction dans le plan frontal, ou si le ligament croisé antérieur est rompu, un release modéré du ligament collatéral médial serait préférable [22].

Enfin, une laxité ligamentaire latérale peut être provoquée par une ostéotomie de fermeture externe, si la tête du péroné est réséquée ou si l'articulation péronéo-tibiale supérieure est libérée pour permettre la fermeture du foyer d'ostéotomie [23].

### *Fracture articulaire peropératoire*

Un trait de fracture peropératoire s'étendant dans le plateau tibial peut survenir, quelle que soit la technique [5]. Cette complication peut être évitée par une technique chirurgicale rigoureuse.

### *Inégalité de longueur du membre*

Si les ostéotomies de fermeture externe s'accompagnent d'un raccourcissement du tibia et donc du membre opéré, les ouvertures internes provoquent un allongement dans les mêmes proportions (Goutallier Hernigou).

Ainsi, une inégalité de longueur des membres inférieurs pré-existante peut faire indiquer préférentiellement une technique plutôt que l'autre.

### *Ablation du matériel d'ostéosynthèse*

La fixation rigide du foyer d'ostéotomie impose l'utilisation de matériel d'ostéosynthèse parfois encombrant, qui peut alors se révéler gênant, après fermeture externe ou ouverture interne. Ce matériel se trouvant parfois directement sous le tissu sous-cutané de la face antéro-médiale tibiale, il est plus souvent gênant après ouverture interne qu'après fermeture externe (jusqu'à 60 % des cas contre 23 % des cas respectivement [7]). Ainsi, le chirurgien doit prévenir le patient d'une possibilité d'ablation du matériel quelques mois après l'ostéotomie d'ouverture interne [14].

### *Complications du site de prélèvement de crête iliaque dans les ouvertures internes*

Un inconvénient indéniable des ostéotomies par ouverture interne est d'avoir à combler le foyer d'ouverture [12]. Pour certains toutefois, en cas d'ouverture inférieure à 7 mm, une greffe n'est pas indispensable si la fixation est suffisamment rigide, chez des



patients non-fumeurs. Dans les autres cas, l'utilisation d'une autogreffe osseuse ou d'une allogreffe, voire de substituts osseux s'avère indispensable.

Si la morbidité d'un prélèvement de crête iliaque antérieure est modérée, elle existe et peut provoquer des douleurs ainsi que parfois des atteintes du nerf fémoro-cutané [7]. Un autre inconvénient du prélèvement de crête iliaque est d'allonger un peu la durée d'intervention.

### *Déformation de l'extrémité supérieure du tibia*

Si l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne ne provoque pas de déformation de l'extrémité supérieure du tibia [23], la fermeture externe s'accompagne généralement d'un cal vicieux rendant une arthroplastie ultérieure difficile (cal vicieux possible en angulation compliquant l'équilibrage ligamentaire ou cal vicieux en angulation pouvant provoquer un conflit osseux avec la quille tibiale nécessitant alors parfois une quille décalée).

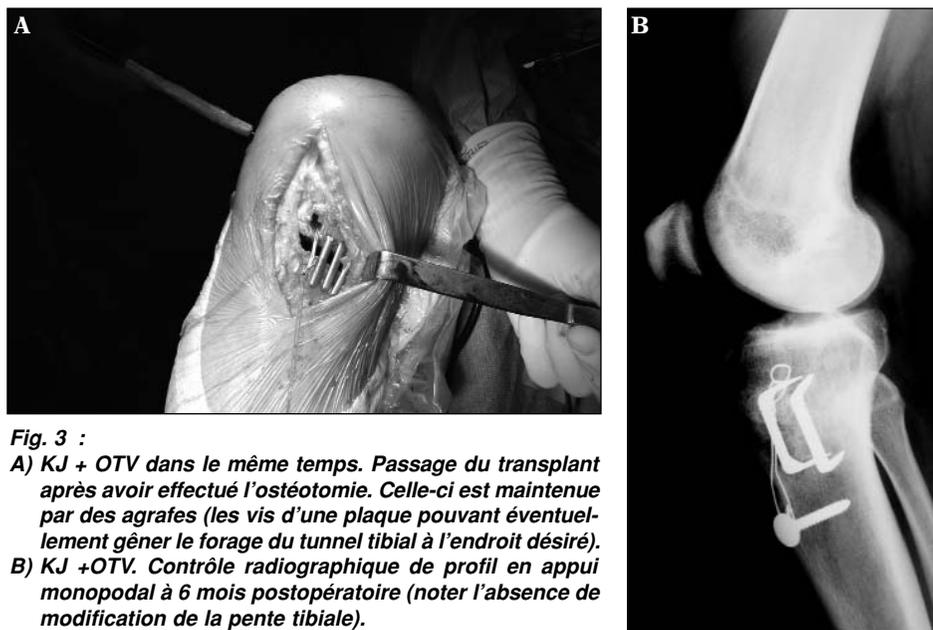
### *Possibilité de reconstruction du LCA dans le même temps*

Dans certains cas de laxité antérieure chronique évoluée, la reconstruction du ligament croisé antérieure associée à une ostéotomie tibiale de valgisation peut être une solution thérapeutique intéressante. Cette indication est pour certains plus facilement réalisable avec une OTV par ouverture interne [23], en prenant garde à ne pas modifier la pente tibiale (fig. 3A et 3B).

## LES OSTÉOTOMIES TIBIALES DE VALGISATION PAR OUVERTURE INTERNE

En respectant certaines règles et une technique chirurgicale rigoureuse, la grande majorité des inconvénients d'une ouverture interne peut être évitée.

Lors de l'abord chirurgical, un release ou une section des fibres du faisceau superficiel



**Fig. 3 :**

- A) KJ + OTV dans le même temps. Passage du transplant après avoir effectué l'ostéotomie. Celle-ci est maintenue par des agrafes (les vis d'une plaque pouvant éventuellement gêner le forage du tunnel tibial à l'endroit désiré).**  
**B) KJ +OTV. Contrôle radiographique de profil en appui monopodal à 6 mois postopératoire (noter l'absence de modification de la pente tibiale).**



du ligament collatéral médial, permettant l'exposition correcte de la zone d'ostéotomie, assure une diminution des pressions fémoro-tibiales médiales. Le respect des fibres du faisceau profond évite une laxité médiale postopératoire.

Le décollement prudent du périoste autorise la mise en place d'un écarteur contre-coudé qui protégera efficacement les structures vasculo-nerveuses postérieures lors de l'ostéotomie à la scie oscillante.

La mise en place de broches repères, dont le positionnement est contrôlé par amplificateur de brillance, permet cette ostéotomie au niveau choisi. Par ailleurs, en laissant les broches en place et en effectuant l'ostéotomie juste au-dessous, le risque de trait de fracture articulaire est limité. Ce risque est aussi minoré en ouvrant l'ostéotomie progressivement avec des lames de Lambotte, qui affleurent en dehors la charnière externe (la première au raz des broches, la seconde au-dessous, et les autres si nécessaire entre les deux premières, permettant par ailleurs de protéger la charnière externe).

Cette ouverture progressive autorise une correction précise, qui peut être aisément vérifiée par un contrôle scopique, voire par un système de navigation chirurgicale [13, 18]. Le degré d'ouverture voulu peut alors être maintenu par un écarteur de Méary ou une cale de dimension adaptée, plutôt sur la corticale postéro-médiale afin de ne pas modifier la pente tibiale, le temps de mettre en place le matériel d'ostéosynthèse (fig. 4).

L'utilisation d'un système de fixation rigide permet une mobilisation précoce, évitant le risque de rétraction du tendon rotulien.

Un appui d'emblée peut même être autorisé avec certaines plaques à vis verrouillées, assurant par ailleurs de ne pas perdre de la correction dans le plan frontal [1, 7] (fig. 5). Le comblement de l'ostéotomie par de l'auto-greffe osseuse prélevée sur la crête iliaque antérieure homolatérale assure une consoli-

dation optimale, au prix d'un geste de faible morbidité. L'utilisation d'allogreffe osseuse peut aussi être intéressante.

L'utilisation d'un drainage élimine enfin le risque d'un syndrome des loges postopératoire.



**Fig. 4 : Contrôle peropératoire de la correction avec un amplificateur de brillance, avant fixation définitive (l'ouverture est maintenue par une cale sur la plaque de Puddu).**



**Fig. 5 : Contrôle radiographique postopératoire immédiat de face après OTV d'ouverture interne utilisant une plaque à vis verrouillées (montage permettant l'appui postopératoire immédiat et de se dispenser d'une immobilisation en attelle).**

## CONCLUSION

Au total, l'avantage des ouvertures internes sur les fermetures externes est conséquent, grâce à un geste réputé plus simple et évitant les complications vasculo-nerveuses.

Une technique rigoureuse permet d'éviter les modifications de la pente tibiale.

Le contrôle par amplificateur de brillance, voire la navigation, autorise un ajustement précis du degré de correction voulu, celui-ci pouvant être efficacement maintenu par un moyen de fixation rigide, qui permettra par ailleurs une bonne consolidation du foyer d'ostéotomie.

Certaines plaques à vis verrouillées permettent en outre un appui et une rééducation très précoces.

Une reconstruction associée du ligament croisé antérieur est possible, sans difficulté particulière.

Enfin, une arthroplastie ultérieure éventuelle ne sera pas compliquée par des modifications morphologiques de l'extrémité supérieure du tibia.

L'ostéotomie tibiale de valgisation par fermeture externe n'est tout de même pas à proscrire complètement et doit encore faire partie de l'arsenal thérapeutique du chirurgien orthopédiste pour certaines indications particulières (rotule basse pré-existante, inégalité de longueur du membre pré-existante avec membre à opérer plus long par exemple).

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AGNESKIRCHNER J.D., FREILING D., HURSCHLER C. *et al.* 2006. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc* ; 14(3) : 291-300.
- [2] AGNESKIRCHNER J.D., HURSCHLER C., WRANN C.D. *et al.* 2007. The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study. *Arthroscopy* 23(8): 852-61.
- [3] ASIK M., SEN C., KILIC B. *et al.* 2006. High tibial osteotomy with Puddu plate for the treatment of varus gonarthrosis. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc* 14(10): 948-54.
- [4] BAUER T., HARDY P., LEMOINE J. *et al.* 2005. Drop foot after high tibial osteotomy: a prospective study of aetiological factors. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc* 13(1): 23-33.
- [5] BERMAN A.T., BOSACCO S.J., KIRSHNER S. 1991. Factors influencing long-term results in high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 272 : 192-8.
- [6] BROUWER R.W., BIERMA-ZEINSTRAS S.M., VAN KOEVERINGE A.J. *et al.* 2005. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br* 87(9): 1227-32.
- [7] BROUWER R.W., BIERMA-ZEINSTRAS S.M., VAN RAAIJ T.M. *et al.* 2006. Osteotomy for medial compartment arthritis of the knee using a closing wedge or an opening wedge controlled by a Puddu plate. A one-year randomised, controlled study. *J Bone Joint Surg Br* 88(11): 1454-9.
- [8] CLOSKEY R.F., WINDSOR R.E. 2001. Alterations in the patella after a high tibial or distal femoral osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 389 : 51-6.
- [9] GAASBEEK R.D., SONNEVELD H., VAN HEERWAARDEN R.J. *et al.* 2004. Distal tuberosity osteotomy in open wedge high tibial osteotomy can prevent patella infera: a new technique. *Knee* 11(6) : 457-61.
- [10] GEORGIOULIS A.D., MAKRISS C.A., PAPANICOLAOU C.D., *et al.* 1999. Nerve and vessel injuries during high tibial osteotomy combined with distal fibular osteotomy: a clinical relevant anatomic study. *Knee Surg Sports traumatol Arthrosc* 7(1) : 15-9.
- [11] GOUTALLIER D., HERNIGOU P., MEDEVIELLE D. *et al.* 1992. Long term results of high tibial osteotomy for degenerative arthritis of the varus knee. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 72 : 101-13.
- [12] GOUTALLIER D., JULIERON A., HERNIGOU P. 1992. Cement wedge replacing iliac graft for medial opening wedge tibial osteotomy. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 78: 138-44.



- [13] HANKEMEIER S., HUFNER T., WANG G. *et al.* 2006. Navigated open-wedge high tibial osteotomy: advantages and disadvantages compared to the conventional technique in a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(10) : 917-21.
- [14] HOELL S., STUTTMOELLER J., STOLL V. *et al.* 2005. The high tibial osteotomy, open versus closed wedge, a comparison of methods in 108 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 125(9) : 638-43.
- [15] HOHMANN E., BRYANT A., IMHOFF A.B. 2006. The effect of closed wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(5) : 454-9.
- [16] KANAMIYA T., NAITO M., HARA M. *et al.* 2002. The influences of biomechanical factors on cartilage regeneration after high tibial osteotomy for knees with medial compartment osteoarthritis: clinical and arthroscopic observations. *Arthroscopy* 18(7) : 725-9.
- [17] KAPER B.P., BOURNE R.B., RORABECK C.H. *et al.* 2001. Patella infera after high tibial osteotomy. *J Arthroplasty* 16(2) : 168-73.
- [18] KENDOFF D., CITAK M., PEARLE A. *et al.* 2007. Influence of lower limb rotation in navigated alignment analysis: implications for high tibial osteotomies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*; 15(8) : 1003-8.
- [19] KOSHINO T., SAITO T., ORITO K. *et al.* 2002. Increase in range of knee motion to obtain floor sitting after high tibial osteotomy for osteoarthritis. *Knee* 18(7): 189-96.
- [20] MAGYAR G., AHL T.L., VIBE P. *et al.* 1999. Open-wedge osteotomy by hemicallotaxis or the closed-wedge technique for osteoarthritis of the knee. A randomised study of 50 operations. *J Bone Joint Surg Br* 81(3) : 444-8.
- [21] ODENBRING S., EGUND N., LINDSTRAND A. 1992. Cartilage regeneration after proximal tibial osteotomy for medial gonarthrosis. An arthroscopic, roentgenographic, and histological study. *Clin Orthop Relat Res* 277: 210-6.
- [22] PAPE D., DUCHOW J., RUPP S. *et al.* 2006. Partial release of the superficial medial collateral ligament for open-wedge high tibial osteotomy. A human cadaver study evaluating medial joint opening by stress radiography. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(2) : 141-8.
- [23] RODNER C.M., ADAMS D.J., DIAZ-DORAN V. *et al.* 2006. Medial opening wedge tibial osteotomy and the sagittal plane: the effect of increasing tibial slope on tibiofemoral contact pressure. *Am J Sports Med* 34(9) : 1431-41.
- [24] STOFFEL K., WILLERS C., KORSHID O. *et al.* 2007. Patellofemoral contact pressure following high tibial osteotomy: a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15(9) : 1094-100.
- [25] TANG W.C., HENDERSON I.J. 2005. High tibial osteotomy: long term survival analysis and patients' perspective. *Knee* 12(6) : 410-3.
- [26] TRIEB K., GROHS J., HANSLIK-SCHNABEL B. *et al.* 2006. Age predicts outcome of high-tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(2) : 149-52.







# **QUELS SPORTS AUTORISER APRÈS UNE ARTHROPLASTIE TOTALE DU GENOU ?**

*A. PINAROLI, E. SERVIEN, S. LUSTIG, J-M. FAYARD, PH. NEYRET*

## **INTRODUCTION**

Depuis plusieurs années, le nombre d'arthroplasties totales du genou augmente régulièrement, à cause du vieillissement de la population, mais aussi grâce à l'amélioration des techniques chirurgicales et des prothèses en elles-mêmes. Grâce à ces progrès, et aux bons résultats fonctionnels des Prothèses Totales de genou (PTG), les indications sont posées chez des patients de plus en plus jeunes, actifs, avec une demande fonctionnelle de plus en plus forte.

Le maintien d'une activité physique régulière est nécessaire pour la santé des patients, leur permettant de conserver une bonne trophicité musculaire, une bonne activité cardio-vasculaire, évitant la prise de poids et permettant de maintenir la bonne qualité mécanique de leur squelette osseux. Néanmoins, il semble indispensable pour le porteur de PTG de trouver un compromis entre les avantages de la pratique de certains sports et les risques que d'autres sports pourraient lui faire subir.

Ici, le bon sens prend toute sa place, car il est logique de penser que la pratique de sports à impact pourrait provoquer des risques de fracture osseuse autour de la prothèse (de traitement toujours difficile), des lésions ligamentaires (avec risque de luxation de prothèse), voire une fracture des implants. Néanmoins, la pratique assez intensive de certains sports sans impact pourrait aussi s'avérer délétère pour le couple de frottement, engendrant une usure prématurée.

Le chirurgien orthopédiste, qui doit pouvoir répondre au patient, est toutefois assez démuné sur le plan scientifique car la littérature médicale à ce sujet est pauvre.

Nous proposons donc de rechercher des informations sur les sports pouvant être pratiqués après une arthroplastie totale du genou, parmi les publications scientifiques médicales, mais aussi dans les moyens d'information accessibles aux patients sur Internet.

Ensuite, la collecte de ces informations sera discutée afin d'établir quels sports peuvent être autorisés.



## MÉTHODE

Deux modes de recherche d'informations ont été effectués.

Le premier a consisté à rechercher les publications scientifiques en utilisant Medline sur le site <http://www.ncbi.nlm.gov/pubmed/> avec la demande "sports and total knee arthroplasty".

Le second mode a utilisé sur internet le moteur de recherche Google. La recherche concernait la même question en langue anglaise et en langue française : "sport after total knee arthroplasty" et "sport après prothèse totale du genou".

## RÉSULTATS

Sur Pubmed, il existe 42 articles publiés entre 1991 et 2008.

Sur Google, il existe 1 720 000 réponses à la question en anglais et 226 000 réponses à la question en français.

Il s'agit principalement de forums de discussion, des sites d'informations sur la santé (exemple : <http://www.yourtotalhealth.ivillage.com/>, <http://www.totaljoints.info/>), des sites d'information de centres hospitaliers ou de cliniques pour les patients (exemple : <http://www.mayoclinic.com/>), et aussi des sites de sociétés savantes (exemple : <http://www.kneesociety.org/>).

## DISCUSSION

### *Biomécanique du sport et PTG*

Dans des activités qui peuvent paraître peu contraignantes, l'articulation est en réalité

soumise à d'importantes contraintes. Les pics de contraintes enregistrés sur le genou peuvent être de 1,2 fois le poids du corps lors du vélo, 4 fois le poids du corps lors de la marche rapide, identique au ski de fond ou de piste sur pentes douces. La randonnée en terrain accidenté produit des contraintes équivalentes à 8 fois le poids du corps (maximales à 40° de flexion), comme le ski de piste sur pentes raides. Enfin, la course à pied produit des contraintes jusqu'à 9 fois le poids du corps. Dans les prothèses de genou, ces contraintes sont par ailleurs concentrées sur des zones plus petites que dans un genou normal.

La littérature scientifique est assez pauvre à ce sujet. Une étude radio-cinématographique a tout de même montré une importante augmentation des forces en rotation produites sur la PTG lors du swing chez le golfeur [8].

### *Activités sportives des patients rapportées dans la littérature*

Pour établir la performance du genou opéré, des tests physiques peuvent être effectués comme la marche, la marche pendant 6 minutes, la montée des escaliers et le relèvement d'une position assise [9 12]. De nombreuses échelles de cotation fonctionnelle sont utilisées dans la littérature afin d'évaluer l'influence de la PTG sur les activités de la vie courante ou la pratique des sports : UCLA Activity Level [4], Lower Extremity Functional Scale [9], Oxford Score [2, 17], Hospital Special Surgery Score, Nottingham Health Profile, Arthritis Impact Measurement Scale 2 [10], Lower Extremity Activity Profile, Western Ontario McMaster Osteoarthritis Index (WOMAC) [6]. La multiplication de ces scores ne simplifie pas l'analyse des résultats pour le chirurgien orthopédiste, d'autant plus que l'évaluation des patients à l'aide de fiches est toujours difficile [7]. Les informations fournies par ces publications sont intéressantes mais uniquement descriptives. Elles permettent de voir



que la majorité des patients adoptent spontanément des activités sportives sans impact [2, 5], et que leur niveau diminue après l'arthroplastie (augmentation du handicap chez les golfeurs par exemple) [2, 8, 11]. Par ailleurs, la pratique d'activités sportives est rendue difficile, de toute façon à cause de l'atteinte d'une autre articulation pour plus de la moitié des gens [3, 4]. Enfin, seuls 10 à 15 % des patients sont capables de pratiquer des sports à impact [3, 4].

En outre, l'interprétation de ces résultats est toujours à moduler en fonction du degré de motivation des patients et de leur niveau de performance pour tel ou tel sport, ainsi que des données anthropométriques du porteur de PTG (taille, poids). Pour le chirurgien orthopédiste, face au patient, ces paramètres sont primordiaux pour pouvoir conseiller, autoriser, ou non, la pratique de certaines activités.

### ***Influence de la rééducation***

La rééducation après une arthroplastie totale du genou est primordiale. L'amélioration fonctionnelle est en effet importante durant les 12 premières semaines, mais elle ne progresserait plus à partir de la 26<sup>e</sup> semaine postopératoire pour certains [9]. Pour nous, une amélioration peut s'observer sur 12 voire 24 mois. Si la récupération d'une bonne mobilité est indispensable durant les premières semaines postopératoires pour la pratique ultérieure des sports, un déficit musculaire peut persister jusqu'à 1 an postopératoire [18]. Or, cette force musculaire, notamment du quadriceps, est bien corrélée avec de bons scores lors des tests fonctionnels [12]. C'est pourquoi, certains auteurs préconisent d'augmenter la rééducation musculaire les deux premiers mois postopératoires [13], avec par exemple une électro-stimulation du muscle vaste médial pendant 4 heures par jour dès le deuxième jour postopératoire et jusqu'au 45<sup>e</sup> jour [1].

### ***Influence de facteurs techniques***

L'influence des voies d'abord chirurgicales sur la pratique des sports n'est pas étudiée dans la littérature, même si certains auteurs espèrent un meilleur résultat grâce aux techniques mini-invasives [15]. Le resurfaçage de la rotule ou non ne provoque pas de différence fonctionnelle sur les activités de montée et descente des escaliers [14]. S'il est évident de déconseiller les sports aux porteurs de prothèse très contraintes, il n'existe pas de différence sur les tests fonctionnels entre les prothèses postéro-stabilisées et celles conservant le LCP [16]. Enfin, il est aussi évident que la pratique de sports nécessite un bon équilibrage ligamentaire, une bonne mobilité, un bon axe dans le plan frontal et une bonne course rotulienne.

## **CONCLUSION**

### ***Sports conseillés, autorisés et déconseillés***

La littérature médicale et les différents sites internet sont assez unanimes sur les sports conseillés et sur les sports déconseillés. Entre ces deux situations, la décision d'autoriser ou non un sport sera à discuter, en fonction de la motivation du patient et de son niveau technique. Les recommandations de la Knee Society sont les plus utilisées, retranscrites en français dans les tableaux suivants. La pratique des sports conseillés ou autorisés, mais de façon intensive, n'est cependant pas conseillée.

<b>Sports conseillés :</b>
Vélo
Natation, aquagym
Marche
Randonnée (terrain peu accidenté)
Rameur (faible résistance)



Sports autorisés :
Bowling
Golf
Tennis (double)
Tennis de table
Danse de salon
Ski de fond
Ski de piste (pentes douces, pistes faciles)

Sports tolérés (bon niveau requis) :
Ski de piste (pistes difficiles)
Patinage à roulettes, à glace, aérobic
Chasse, équitation
Marche rapide
Randonnée (terrain accidenté).
<i>NB. Utiliser des bâtons de marche</i>

Sports déconseillés :
Course à pied
Football, rugby, basketball, hockey (sur glace, sur gazon)
Gymnastique acrobatique, danse acrobatique
Haltérophilie
Parachutisme

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] AVRAMIDIS K., STRIKE P.W., TAYLOR P.N. *et al.* 2003. Effectiveness of electric stimulation of the vastus medialis muscle in the rehabilitation of patients after total knee arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil.* 84(12): 1850-3.
- [2] CHATTERJI U., ASHWORTH M.J., LEWIS P.L. *et al.* 2005. Effect of total knee arthroplasty on recreational and sporting activity. *ANZ J Surg.* 75(6):405-8.
- [3] DAHM D.L., BARNES S.A., HARRINGTON J.R. *et al.* 2007. Patient reported activity after revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 22(6 Suppl 2):106-10.
- [4] DAHM D.L., BARNES S.A., HARRINGTON J.R. *et al.* 2008. Patient-reported activity level after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 23(3):401-7.
- [5] DAUTY M., LETENNEUR J. 2007. Sports participation after joint arthroplasty. *Ann Readapt Med Phys.* 2007 Dec;50(9):709-15. *Comment in: Ann Readapt Med Phys.* 50(9):716-7.
- [6] FINCH E., WALSH M., THOMAS S.G. *et al.* 1998. Functional ability perceived by individuals following total knee arthroplasty compared to age-matched individuals without knee disability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 27(4):255-63.
- [7] FRANKLIN P.D., MCLAUGHLIN J., BOISVERT C.B. *et al.* 2006. Pilot study of methods to document quantity and variation of independent patient exercise and activity after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 21(6 Suppl 2):157-63.
- [8] HAMAI S., MIURA H., HIGAKI H. *et al.* 2008. Three-dimensional knee joint kinematics during golf swing and stationary cycling after total knee arthroplasty. *J Orthop Res.*
- [9] KENNEDY D.M., STRATFORD P.W., RIDDLE D.L. *et al.* 2008. Assessing recovery and establishing prognosis following total knee arthroplasty. *Phys Ther.* 88(1):22-32.
- [10] MAINARD D., GUILLEMIN F., CUNY C. *et al.* 2000. Quality of life assessment one year after total hip or knee arthroplasty. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 86(5):464-73.
- [11] MALLON W.J., CALLAGHAN J.J. 1993. Total knee arthroplasty in active golfers. *J Arthroplasty.* 8(3): 299-306.
- [12] MIZNER R.L., SNYDER-MACKLER L. 2005. Altered loading during walking and sit-to-stand is affected by quadriceps weakness after total knee arthroplasty. *J Orthop Res.* 23(5):1083-90.
- [13] OUELLET D., MOFFET H. 2002. Locomotor deficits before and two months after knee arthroplasty. *Arthritis Rheum.* 47(5):484-93.
- [14] POLLO F.E., JACKSON R.W., KOËTER S. *et al.* 2000. Walking, chair rising, and stair climbing after total knee arthroplasty: patellar resurfacing versus nonresurfacing. *Am J Knee Surg.* Spring; 13(2):103-8; *discussion* 108-9.
- [15] ROLSTON L., BRESCH J., ENGH G. *et al.* 2007. Bicompartamental knee arthroplasty: a bone-sparing, ligament-sparing, and minimally invasive alternative for active patients. *Orthopedics.* 30(8 Suppl): 70-3.
- [16] SAARI T., TRANBERG R., ZÜGNER R. *et al.* 2005. Changed gait pattern in patients with total knee arthroplasty but minimal influence of tibial insert design: gait analysis during level walking in 39 TKR patients and 18 healthy controls. *Acta Orthop.* 76(2):253-60.
- [17] WALTON N.P., JAHROMI I., LEWIS P.L. *et al.* 2006. Patient-perceived outcomes and return to sport and work: TKA versus mini-incision unicompartmental knee arthroplasty. *J Knee Surg.* 19(2):112-6.
- [18] WALSH M., WOODHOUSE L.J., THOMAS S.G. *et al.* 1998. Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. *Phys Ther.* 78(3):248-58.





# ***LA NAVIGATION PEUT-ELLE AMÉLIORER LE RÉSULTAT DES PTG ?***

*R. BADET, L-D. DURANTHON, PH. NEYRET*

La mise en place d'une Prothèse Totale de Genou (PTG), qui soit mécaniquement adaptée au patient, tout en étant stable et mobile au sein d'une enveloppe ligamentaire, nécessite de résoudre une équation aux nombreuses variables liées entre elles.

Une amélioration du positionnement des implants, une meilleure fonction des patients en diminuant le risque de complications reste les objectifs principaux des chirurgiens qui travaillent pour cela en collaboration avec les ingénieurs et l'industrie.

Parmi "les pistes" d'amélioration et pour répondre aux exigences environnementales d'aujourd'hui, les chirurgiens peuvent utiliser depuis quelques années l'outil informatique.

La navigation chirurgicale fait partie de ces outils. Elle peut être assimilée à un système

Pour répondre à ces questions, nous avons choisi d'analyser quelques points importants en confrontant les résultats obtenus par la navigation chirurgicale à ceux obtenus par un ancillaire mécanique classique :

- positionnement des implants fémoral et tibial,
- équilibrage ligamentaire,
- contrôle fémoro-patellaire,
- gestes invasifs et gain de temps.

## **LE POSITIONNEMENT DES IMPLANTS**

### ***Positionnement des implants dans le plan frontal***

Les travaux princeps concernant l'apport de

2 méta-analyses récentes [1] et [2] portant sur près de 3400 cas chacune, confirment que la navigation permet d'optimiser le positionnement frontal des implants tibial et fémoral avec une diminution de 25 % des malpositions supérieures à 3°.

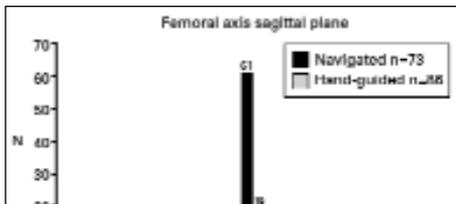
### ***Positionnement des implants dans le plan sagittal***

#### *Positionnement sagittal de l'implant fémoral*

Le positionnement correct de l'implant fémoral, pose dans ce plan, un problème difficile lié à la détermination du référentiel de coupe fémorale.

Dans le plan sagittal, l'axe fémoral n'est pas fiable, et, choisir un axe classique (centre de la tête du fémur - centre du genou) expose à des erreurs de positionnement de l'implant fémoral (flexum, récurvatum, entame corticale antérieure...).

Pour autant, dans le plan sagittal comme dans le plan frontal, la navigation permet d'optimiser le positionnement de l'implant, par rapport au référentiel qui a été choisi [5] (fig. 1).



Pour la navigation du positionnement sagittal de l'implant fémoral, c'est donc le choix du référentiel utilisé et non la précision du système lui-même qui doit être discuté et critiqué.

Un système à référence de coupe sur la corticale antérieure avec une prise en compte de l'anatomie épiphysaire semble pouvoir être conseillé.

#### *Positionnement sagittal de l'implant tibial*

Le positionnement de l'implant tibial dans le plan sagittal est bien contrôlé par les ancillaires mécaniques classiques. La navigation permet de reproduire sans amélioration nette ce positionnement qui est déjà bon.

### ***La rotation fémorale***

Le contrôle de la rotation fémorale dépend :

- du choix du référentiel (axe biépicondylien, ligne de white side, axe bicondylien postérieur...),
- de la qualité de repérage peropératoire de ce référentiel,
- de la précision avec laquelle le contrôle de la rotation fémorale va être fait par rapport au référentiel qui a été choisi.

Le choix du référentiel reste des prérogatives du chirurgien et la navigation ne permet pas pour l'instant, d'aider ce choix. Toutefois, on peut penser, que dans l'avenir, l'outil d'évaluation que constitue la navigation sera peut-être en mesure d'apporter les informations supplé-

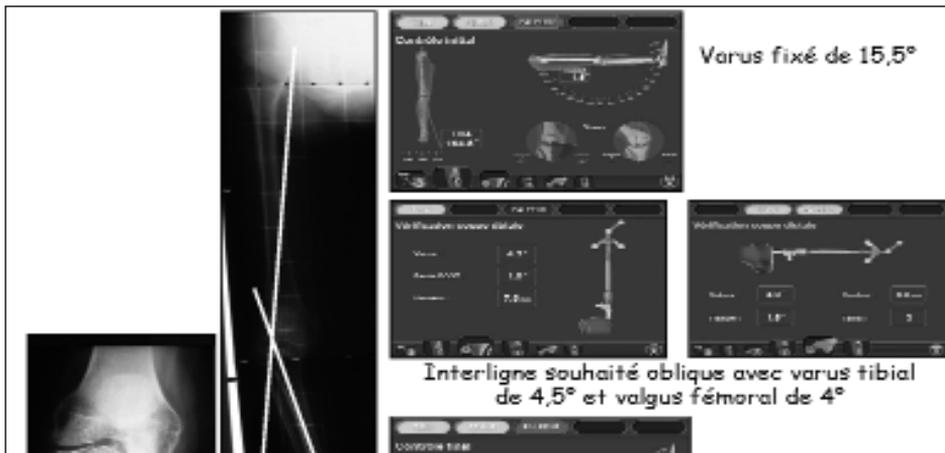
La navigation est donc un outil qui augmente la précision du positionnement des implants dans tous les plans.

### ***Plusieurs remarques méritent d'être faites***

- L'évaluation du positionnement frontal des implants est faite dans la plupart des travaux publiés, en étudiant leur position par rapport à une position "idéale" orthogonale aux axes mécaniques du tibia et du fémur (angle fémoro tibial mécanique de 180°). Il serait plus juste de mesurer dans l'avenir l'écart entre la cible qui a été fixée avant l'intervention (objectif du positionnement après programmation) et le résultat obtenu après la chirurgie puisque l'objectif de la navigation est de contrôler précisément le positionnement des implants que nous

pouvons souhaiter non orthogonal à l'axe mécanique du tibia ou du fémur (varus fémoral, cal vicieux...) (fig. 2).

- La plupart des études restent critiquables lorsque la pangenométrie des membres inférieurs en charge constitue l'examen de référence dans le calcul des axes mécaniques postopératoires. Elle génère, en effet, une imprécision intrinsèque qui peut être supérieure à la précision du système de navigation. Il semble donc indispensable de s'orienter dans l'avenir vers le développement de techniques de mesures adaptées à la précision de ces systèmes. La réalisation de clichés pangenométriques en reconstruction 3D paraît à ce titre une proposition intéressante [3].
- L'intérêt des systèmes de navigation est évident lorsqu'il existe une déformation extra-articulaire du fémur ou du tibia (cal vicieux,





**Fig. 3 : Arthrose fémoro-tibiale interne sur cal vicieux du tibia rendant difficile l'utilisation d'un ancillaire mécanique classique par tige centro-médullaire : intérêt de la navigation.**



déformation constitutionnelle...) qui ne permet pas d'utiliser de façon fiable les techniques de guide intra ou extra-médullaire des ancillaires classiques (présence de matériel, cal vicieux, déformation constitutionnelle, fémur ou tibia courbe) (fig. 3).

- Notons enfin, que la navigation permet d'approcher des notions nouvelles comme l'évolution dynamique des axes en fonction de la position du genou et de la position des implants (mesure des axes au cours en flexion-extension du genou).

tion des espaces prothétiques, et des relations qui unissent espaces, coupes osseuses et gestes d'équilibrages ligamentaires.

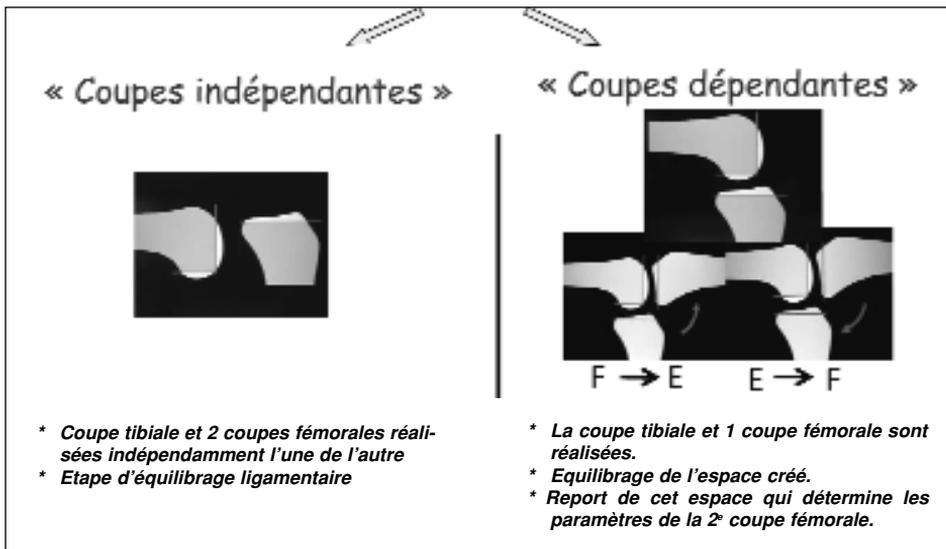
- La navigation permet d'approcher de façon plus objective et quantifiée, la notion d'équilibrage ligamentaire en flexion et en extension. Selon les systèmes considérés, ce contrôle de l'équilibrage ligamentaire peut être approché :
  - par la mesure et par la quantification de la déviation frontale en stress (figure),



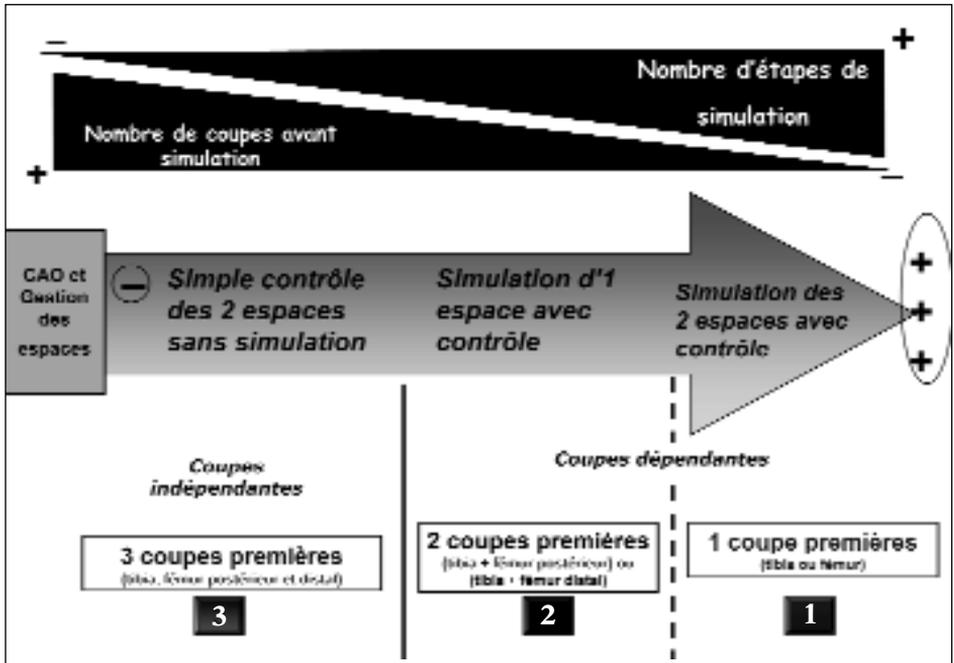
**Fig. 4 : Contrôle des gestes de libération ligamentaire par la navigation : mesure de la déviation frontale et des espaces.**

**Genou serré en dehors**  
**asymétrie des espaces :**  
 - 20 millimètres en dedans  
 - 15 millimètres en dehors  
 - valgus global de 5.

**Geste de libération latérale**  
**asymétrie des espaces :**  
 - 20 millimètres en dedans  
 - 19 millimètres en dehors  
 - valgus global de 1°



**Fig. 5 : Les différents "chemins chirurgicaux"**



**Fig. 6 : Navigation une autre vision des espaces et des coupes.**

la navigation ne sert qu'à mesurer les espaces et à contrôler les gestes de libération ligamentaire ; les coupes sont faites sans tenir compte des ligaments et il n'existe aucune étape de simulation préalable : les coupes de la balance ligamentaire ne sont pas dépendantes.

- dans un schéma classique de coupe dépendante, elle permet de contrôler et d'orienter les 2 coupes (une coupe sur le tibia et une coupe sur le fémur) dans les 3 dimensions ; de mesurer l'espace créé et de l'équilibrer ; de simuler après report de cet espace, la coupe qui reste à faire et

- La navigation ouvre la possibilité de ne faire qu'une coupe et de simuler ensuite (selon les mêmes principes) les 2 autres coupes et la balance ligamentaire.

Dans ce cas, les étapes de simulations permettent, avant d'avoir réalisé les coupes osseuses pour une enveloppe ligamentaire donnée, de connaître le positionnement tridimensionnel des implants. Des gestes de libération ligamentaires peuvent alors être menés sous contrôle informatique jusqu'à ce que le meilleur compromis soit obtenu entre les coupes et les gestes d'équili-

## LIMITER LES GESTES INVASIFS

La navigation évite l'utilisation des guides centro médullaires qui sont potentiellement source de complication (embolie graisseuse) et de saignement plus important.

Des complications spécifiques rares et en particulier des cas de fracture du fémur lors de la fixation trans-osseuse des capteurs ont été rapportés. Cela incite à travailler sur des systèmes de fixation métaphysaire, ce qui aurait en plus l'avantage de s'adapter aux contraintes de la chirurgie mini invasive.

## AMÉLIORATION DU CONTRÔLE FÉMORO- PATELLAIRE

Le contrôle spécifique du resurfaçage rotulien est mal intégré dans les systèmes de navigation chirurgicale. Les problèmes fémoro-patellaires constituent pourtant une cause d'insatisfaction des patients et une cause de complications des PTG.

La plupart des travaux publiés insistent sur l'intérêt que peut avoir la navigation dans le meilleur contrôle du positionnement fémoro-tibial qui optimise le fonctionnement fémoro-patellaire.

Il apparaît évident que le développement

## LA SIMPLIFICATION DES PROCÉDURES ET GAIN DE TEMPS

Tous ces systèmes sont perfectibles mais la plupart d'entre eux allongent, pour un opérateur entraîné, le temps opératoire par rapport à une chirurgie conventionnelle. Ceci constitue un frein évident à la vulgarisation de ces systèmes qui restent pour l'instant confidentiels.

Il apparaît que ces systèmes ne sont souvent pas "assez chirurgicaux" et que tout doit être fait dans l'avenir pour simplifier les procédures naviguées et pour gagner du temps. Ceci apparaît important pour les patients mais aussi pour les praticiens, dont le temps est précieux dans un environnement de plus en plus contraignant.

## DE NOUVEAUX ENVIRONNEMENTS

La chirurgie doit évoluer en s'adaptant à de nouveaux environnements.

### *Environnement technique*

Nous avons tous à l'esprit les discussions que certains de nos maîtres, ont pu avoir dans le passé, lors du développement de techniques qui étaient en leur temps novatrices, mais

La navigation chirurgicale qui s'est déjà imposée en neurochirurgie par exemple, devrait finir par l'emporter dans notre domaine d'activité. Il paraît, en effet, peu concevable, que nos enfants issus du monde informatique et qui seront les chirurgiens de demain restent à "l'âge du fer" de nos ancillaires classiques.

### ***Environnement juridique et médico-légal***

La traçabilité de nos actes est de plus en plus présente dans le quotidien de nos activités. La navigation chirurgicale permet de suivre pas à pas les étapes chirurgicales qui ont été faites et permet de produire un rapport objectif de ce qui a été fait (fig. 7).

L'outil informatique, dans ce cas, peut permettre une analyse rétrospective précise des séquences chirurgicales et peut à ce titre, être un outil très intéressant de progrès et d'enseignement.

## **CONCLUSION**

Lors de la mise en place d'une PTG, la navigation constitue aujourd'hui un outil optionnel. Cet outil perfectible et encore immature permet d'accroître la précision du contrôle d'un nombre important d'étapes chirurgicales.

- La navigation constituera probablement la référence du chirurgien de demain pour des raisons aussi diverses que sa précision intrinsèque et que l'évolution d'un environnement en perpétuel changement.
- La navigation doit être considérée comme outil ou le pouvoir décisionnel du chirurgien reste total.
- L'amélioration des procédures devrait rendre ces techniques utilisables par tous à moyen terme. Reste le problème du coût important de la navigation que beaucoup voudraient avoir mais que "personne" ne peut (ou ne veut) prendre le risque de financer à grande échelle.



## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] BAUWENS K., MATTHES G., WICH M., GEBHARD F., HANSON B., EKKERNKAMP A., STENGEL D. 2007. Navigated total knee replacement. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 89(2):261-9.
- [2] MASON J.B., FEHRING T.K., ESTOK R., BANEL D., FAHRBACH K. 2007. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty.* 22(8):1097-106.
- [3] NODÉ-LANGLOIS L. 2003. Analyse tridimensionnelle des déviations angulaires des axes du membre inférieur en préper et postopératoire. *Paris thèse ENSAM.*
- [4] SARAGAGLIA D., PICARD F., CHAUSSARD C., MONTBARBON E., LEITNER F., CINQUIN P. 2001. Mise en place des prothèses totale de genou assistée par ordinateur: comparaison avec la technique conventionnelle. A propos d'une étude prospective randomisée de 50 cas. *Rev Chir Orthop.* 81, 18-28.
- [5] SPARMANN M., WOLKE B., CZUPALLA H., BANZER D., ZINK A. 2003. Positioning of total knee arthroplasty with and without navigation support. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Br.* 85(6):830-5.
- [6] STULBERG S.D., LOAN P., SARIN V. 2002. Computer-assisted navigation in total knee replacement: results of an initial experience in thirty-five patients. *J Bone Joint Surg Am.* 84-A Suppl 2:90-8.





# **PROTHÈSE UNICOMPARTIMENTALE APRÈS PROTHÈSE UNICOMPARTIMENTALE DANS LE COMPARTIMENT OPPOSÉ**

S. LUSTIG, H. PEREIRA, E. SERVIEN, PH. NEYRET

## **INTRODUCTION**

Sous l'impulsion de Marmor [1] et Cartier [2], le concept de prothèse unicompartmentale (PUni) a présenté un renouveau d'enthousiasme lors de la dernière décennie [3, 4, 5]. Plusieurs études récentes retrouvaient 2 causes principales d'échec : le descellement aseptique et la survenue de lésions dégénératives dans le compartiment fémoro-tibial non prothésé [6, 7]. Châtain *et al.* [8], dans une étude multicentrique rétrospective de reprise de prothèse totale de genou (PTG), retrouvait une hypercorrection dans 16 des 31 cas de descellement aseptique et 6 des 7 cas d'atteinte dégénérative controlatérale. Ces constatations confirmaient le concept d'hypocorrection nécessaire lors de la mise en place d'une PUni (ne compensant que l'usure et respectant la déformation extra-articulaire).

La PUni est reconnue pour être moins invasive que la PTG [4-5], préservant les deux ligaments croisés et s'apparentant à la cinématique d'un genou normal. La PUni a une morbidité et un coût global moins important, permettant une hospitalisation plus brève et un retour plus rapide à une fonction

normale [9]. C'est pourquoi, nous avons été séduits par la possibilité de conserver ces avantages en cas d'atteinte dégénérative après PUni, dans certains cas sélectionnés, en réalisant une 2<sup>e</sup> PUni (BiUni) plutôt qu'une reprise par PTG. Ce sont les résultats précoces de ces BiUnis que nous présentons.

## **SÉLECTION DU PATIENT**

Les critères de sélection pour une BiUni sont résumés dans le tableau 1. Le patient était satisfait de sa première intervention, et n'avait présenté de nouvelles plaintes qu'après un intervalle libre.

### *Clinique*

La douleur était le premier symptôme. Elle était localisée sur le compartiment non prothésé. Les amplitudes articulaires étaient normales ou presque. Le genou était stable dans le plan sagittal et les ligaments croisés intacts. La déformation en varus ou valgus était réductible. Un surpoids supérieur à 80 kg restait une contre-indication relative.



**Tableau I : Critères de sélection des BiUnis****INDICATIONS**

- Absence d'usure ou de descellement de la PUni.
- "Hypercorrection" proche de 5° du premier implant.
- Résultat initial bon de la première PUni (période initiale sans douleur ; apparition secondaire des symptômes).
- Douleur localisée au compartiment FT non prothésé
- Arthrose stade C ou D (IKDC) ostéonécrose du condyle latéral.
- Réductibilité de la déformation dans le plan frontal
- Ligaments croisés sains
- Amplitudes articulaires normales
- Patient peu actif, âge > 65 ans
- Comorbidités, patient à risque en cas de PTG

**CONTRE-INDICATIONS****Absolue**

- Atteinte inflammatoire
- Histoire infectieuse
- Atteinte ligamentaire
- Pertes osseuses majeures
- Déficit d'extension > 10°

**Relative**

- Arthrose fémoro-patellaire associée
- Poids > 80 kg

*Evaluation radiologique*

Elle permettait d'apprécier à la fois la prothèse en place et l'atteinte dégénérative du compartiment non prothésé. Dans le compartiment prothésé, aucun signe de descellement ou d'usure n'était constaté. L'usure du compartiment non prothésé était absente sur les radios réalisées immédiatement après la première PUni. Elle était apparue progressivement.

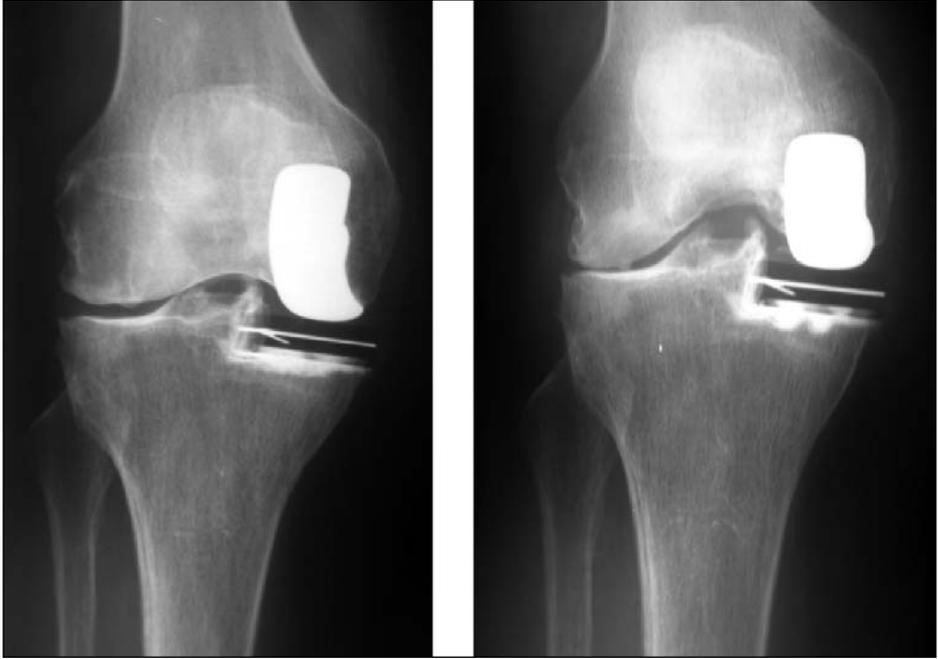
Un bilan radiologique standard (face, profil, schuss, clichés en stress, télégoniométrie) avait permis de préciser le stade d'arthrose (fig. 1), la réductibilité de la déformation (fig. 2), les axes mécaniques. Sur le plan technique lors de la réalisation de la Bi Uni,

l'objectif n'était pas d'obtenir un axe à 180°, mais de compenser l'usure intra-articulaire du compartiment non prothésé.

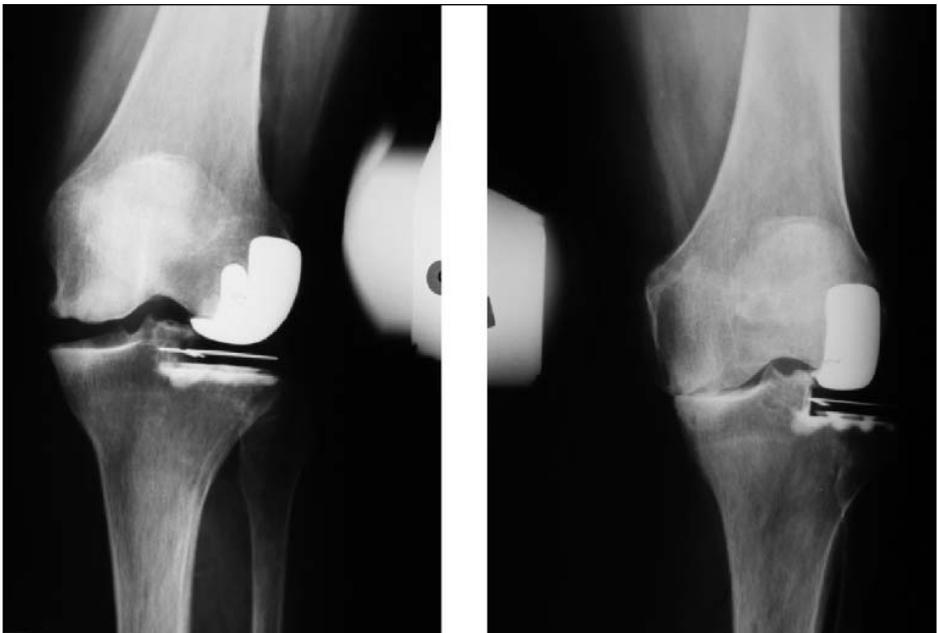
La vue axiale de rotule était également nécessaire pour évaluer l'articulation fémoro-patellaire (fig. 3). En cas d'arthrose externe, une patellectomie verticale était discutée [10].

*Bilan biologique*

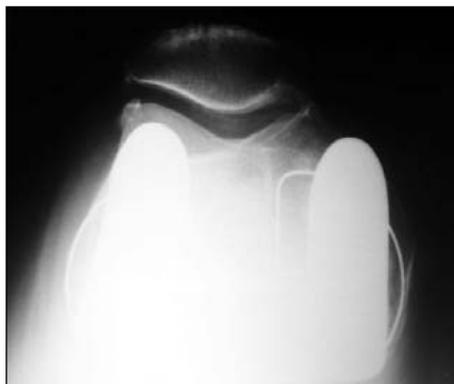
Une infection était écartée à l'aide d'une numération formule sanguine, d'un bilan inflammatoire complet. Un bilan rhumatologique avec test de Waaler Rose était demandé seulement en cas de doute sur une atteinte inflammatoire.



*Fig. 1 : Radio de face en appui monopodal et vue en schuss.*



*Fig. 2 : Radios en varus/valgus stress. Réductibilité préopératoire de la déformation dans le plan frontal.*



**Fig. 3 :** Vue axiale de rotule objectivant l'articulation fémoro-patellaire et l'alignement des implants.

### Scintigraphie

Elle permettait d'éliminer un descellement passé inaperçu. Elle permettait également de vérifier l'absence de surcharge du compartiment fémoro-tibial non prothésé.

### Tomodensitométrie

Le scanner ou l'arthroscanner nous informait sur un débord ou un descellement éventuel de la première PUni mais également pouvait aider à identifier les causes possibles de plaintes localisées au compartiment fémoro-tibial non prothésé (ostéonécrose, lésion méniscale, atteinte cartilagineuse, corps étranger).

### Arthroscopie

Elle a pu être un élément important pour la décision entre une BiUni ou une reprise par PTG. Elle peut également éventuellement permettre de traiter certaines causes de douleurs après PUni (lésion méniscale, corps étranger, synovite, néo-ménisque) et éviter ou différer une nouvelle arthroplastie.

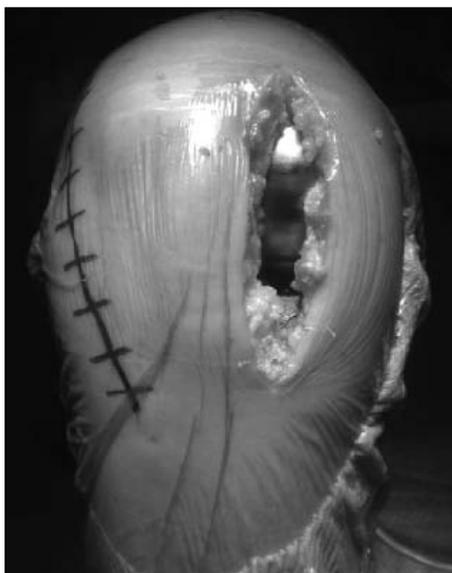
**Fig. 4 :** Vue peropératoire d'une BiUni (PUni médiale après PUni latérale). La cicatrice précédente est marquée sur la gauche.

## TECHNIQUE CHIRURGICALE

L'installation était la même que pour toutes les arthroplasties de genou, genou à 90° de flexion et garrot à la racine de la cuisse. Nous avons utilisé une PUni cimentée avec implant fémoral chrome cobalt de resurfage et plateau tibial full polyéthylène (HLS Uni Evo, Société Tornier®). L'abord était conditionné par l'ancienne incision utilisée lors de la première PUni.

### PUni médiale après PUni latérale

Deux options étaient possibles pour la réalisation de la seconde PUni. La première était de réaliser une autre incision séparée (au moins 8 cm de sécurité étaient recommandés entre les 2 incisions) de 8 à 10 cm de long, du pôle supérieur de la rotule au bord médial de latubérosité tibiale antérieure (TTA) (fig. 4). La seconde, en cas de première incision suffisamment médiane, était de reprendre cette incision en l'allongeant de 5 à 6 cm proximale et de 2 cm distale puis de réaliser un décollement sous-aponévrotique et une arthrotomie interne (fig. 5).





**Fig. 5 : Vue peropératoire d'une BiUni (PUni médiale après PUni latérale) après reprise et élargissement de la cicatrice externe précédente.**

### *Temps tibial*

Pour positionner le gabarit de coupe, une broche était introduite à travers le guide de coupe tibiale dans l'interligne fémoro-tibial. Celui-ci donnait d'une part l'orientation de la pente tibiale et d'autre part rentrait en contact avec le cartilage condylien abrasé. Ensuite, le guide de coupe tibiale était amarré au tibia par une broche médiane, environ 5 mm en dessous de l'interligne. Cette broche était parallèle dans le plan sagittal à la broche introduite dans l'interligne. La pente tibiale était ainsi automatiquement déterminée (il existait une pente de 5 degrés entre la tige extra-médullaire et le guide de coupe tibiale). La tige extra-médullaire était orientée de façon à respecter la déformation extra-articulaire.

### *Coupe tibiale*

Le genou en extension, le chirurgien réalisait une manœuvre de valgus contrôlé pour com-

penser l'usure intra-articulaire tout en évitant toute hypercorrection. Le guide de coupe tibiale était alors abaissé de 13 mm (3 mm pour l'épaisseur du condyle prothétique, 9 mm qui correspondent à l'épaisseur du plateau en polyéthylène et 1 mm de sécurité pour éviter toute hypercorrection). Moins le valgus exercé était important, plus nous coupions de tibia. C'était l'intérêt de l'évaluation préopératoire par le cliché en réduction qui reproduisait cette situation chirurgicale.

Deux ou trois broches étaient introduites à travers le guide. La coupe était réalisée sur les broches, le genou en flexion. Le trait de coupe sagittale était orienté vers le centre de la hanche. Il passait au bord médial du pied du LCA, et longeait la face axiale du condyle interne ; le trait de scie était prolongé vers l'arrière à une lame de Lambotte de 10 mm de largeur en respectant le LCP. Le plateau tibial interne était saisi avec une pince crocodile et les attaches ménisco-capsulaires étaient détachées. La face inférieure du plateau tibial interne extrait permettait d'évaluer de façon fiable et précise la taille de la pièce d'essai tibiale.

Avant de procéder à l'ablation des broches, on prenait soin de vérifier la coupe tibiale et au besoin de la parfaire sur les broches. Elle devait être parfaitement plane. On introduisait le fantôme d'essai tibial afin de s'assurer de sa bonne stabilité primaire.

### *Temps fémoral*

Les positionnements de l'implant fémoral et de l'implant tibial étaient intimement liés. En effet, la hauteur de la coupe tibiale (mais non son orientation) était déterminée par un repère sur le condyle fémoral abrasé, et l'orientation de la coupe fémorale (et non pas la hauteur de coupe ou résection car il s'agissait d'une prothèse de resurfaçage) est fonction de la position du fantôme tibial.

Le fantôme d'essai tibial était donc laissé en place. Un instrument spécial, que nous appelons communément crocodile (Gabarit de

position), était placé entre le condyle abrasé et le fantôme d'essai (fig. 6). Tandis que le genou était en extension, on s'assurait qu'il reposait sur la pièce d'essai tibiale et qu'il affleuraient le bord médial du condyle interne. Cet instrument avait deux fonctions : permettre de déterminer la limite antérieure de l'implant fémoral d'une part, et d'autre part, éliminer la rotation de l'implant fémoral par rapport à la pièce tibiale lors de la flexion-extension. Deux broches repères étaient introduites dans la partie antérieure du "crocodile".



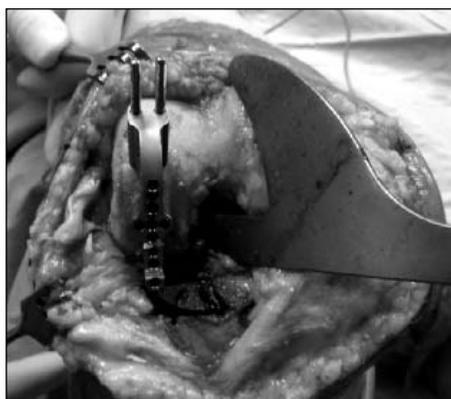
**Fig. 6 : Pince "Crocodile"**

Tandis que le genou était fléchi à 120 degrés, cette pièce crocodile ainsi que le fantôme tibial pouvaient être enlevés. Sur les deux broches, était glissé un guide mèche afin de préparer la fente fémorale. Son centrage et son orientation étaient vérifiés (fig. 7).

Après l'orientation de la pièce fémorale, il restait à déterminer sa taille. Celle-ci n'était pas choisie en fonction de la taille de la pièce tibiale, mais uniquement sur des critères anatomiques. La rotation ne devait pas être modifiée pour chercher une meilleure couverture transversale du condyle. Cette orientation était strictement donnée par la fente réalisée. Toute tentative de modification de cette orientation dans le plan transversal

aurait été sanctionnée par une mise sur les "carres" de la prothèse lors du passage flexion-extension [même si le dessin de l'implant fémoral reste tolérant à ce niveau (dans une limite de 6°)].

Le gabarit de taille était alors fixé par des broches. Solidarisé au condyle, on pouvait alors forer le plot fémoral puis réaliser la coupe et le chanfrein postérieur.



**Fig. 7 : Vue preopératoire de l'orientation du guide fémoral guidé par la coupe tibiale.**

### *Les essais et la fixation des implants*

Les pièces d'essai fémorales puis tibiale étaient introduites. On vérifiait la bonne stabilité primaire des implants et on recherchait l'existence d'une discrète laxité interne lors de la mise en valgus forcé. L'absence de jeu articulaire interne lors de la mise en valgus devait faire suspecter une hypercorrection. Il ne fallait alors en aucun cas procéder à une libération ligamentaire interne dans une telle situation mais, après avoir vérifié que le condyle était bien appliqué sur l'os sous chondral, procéder à une recoupe minimale sur le plateau tibial.

La cimentation ne comportait pas de grande spécificité. Elle se faisait en un temps pour les deux composants en cimentant les 2 implants.

### ***PUni externe après PUni médiale***

La technique de la mise en place d'une PUni externe est la même que pour une PUni médiale, à l'exception de quelques particularités.

L'installation est similaire à celle de la PUni interne. L'incision cutanée respecte une distance de 8 cm au moins par rapport à l'incision interne déjà présente. Elle est parapatellaire externe, du bord patellaire de la rotule jusqu'au bord latéral du tendon rotulien à la limite supérieure de la tubérosité tibiale antérieure (en dedans du tubercule de Gerdy). L'arthrotomie est réalisée du bord inférieur du tendon du vaste externe (VE) (il est possible de l'étendre vers le haut en restant sous le VE sur 1 cm) jusqu'au tibia. La capsule antéro-externe est libérée sans désinsérer le tractus iliotibial du tubercule de Gerdy.

Si l'incision, déjà présente, est jugée trop latérale pour permettre 2 incisions indépendantes, on agrandira cette incision proximale et distalement, pour réaliser un décollement sous-aponévrotique permettant une arthrotomie externe identique à celle précédemment décrite.

Les différents temps opératoires restent identiques à ceux décrits précédemment.

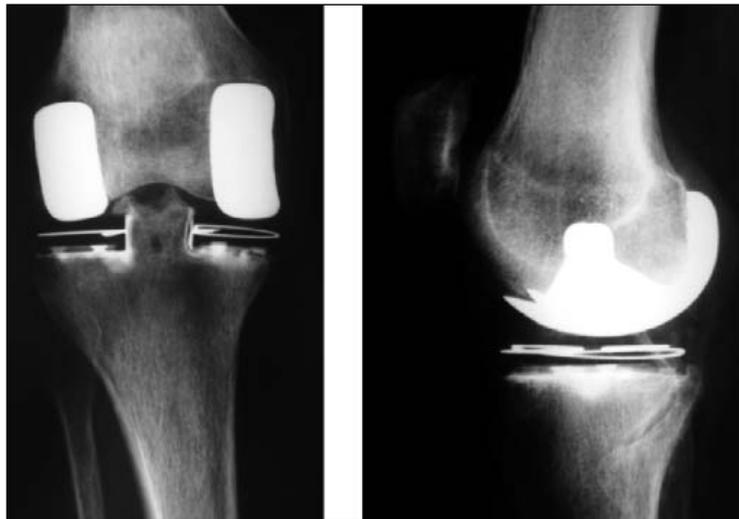
Une particularité pour le temps fémoral est que, contrairement à une idée trop répandue, il ne faut pas chercher à incliner le composant fémoral pour couvrir le condyle externe, mais au contraire nous cherchons à placer ce composant perpendiculaire à la coupe tibiale comme le suggère l'ancillaire, en s'appuyant au besoin dans sa partie supérieure et antérieure sur l'ostéophyte externe condylo-trochléen. Le positionnement de l'implant fémoral doit être latéralisé le plus possible pour éviter tout conflit avec le massif des épines tibiales lors de la flexion.

Le reste de la procédure ne présente pas de différence par rapport à la réalisation d'une PUni médiale après PUni latérale.

## **RÉSULTATS**

De juin 2004 à janvier 2007, 10 PUnis ont été réopérées (parmi la série des PUnis mises dans le service) : 6 BiUnis, 3 arthroscopies et 1 reprise par PTG. Durant cette même période, 400 PTG et 48 Unis (32 médiales et 16 latérales) ont été réalisées. Parmi les 6 BiUnis, 4 concernaient des patients ayant nécessité une PUni latérale après une PUni médiale (fig. 8) et 2 concernaient des patients ayant nécessité

**Fig. 8 : Vue de face et de profil après BiUni (PUni latérale après PUni médiale).**



**Tableau 2 : Evolution des axes radiologiques**

CAS	Avant la PUni			Latéralisation	Après la PUni			Après BiUni	Coments
	FTA	MTA	MFA		FTA	MTA	MFA	FTA	
1	185°	91°	88°	Externe	173°	93°	90°	185°	hypercorrection
2	184°	87°	90°	Externe	177°	90°	90°	179°	hypercorrection
3	173°	86°	90°	Interne	175°	84°	92°	177°	Lateral menissectomie après PUni médiale
4	182°	91°	90°	Interne	186°	89°	92°	183°	hypercorrection
5	174°	88°	90°	Interne	179°	88°	90°	177°	Lateral menissectomie après PUni médiale
6	179°	89°	90°	Interne	178°	90°	88°	179°	Ostéonécrose condyle fémoral latéral

FTA : Angle Fémoro-Tibial ; MTA : Axe Tibial Mécanique ; FTA : Axe Fémoral Mécanique.

une PUni médiale après une PUni latérale. Il s'agissait de 6 femmes avec un âge moyen au moment de la première PUni de 75 ans (61 à 80 ans) et au moment de la BiUni de 80 ans (66 à 85 ans). Le poids moyen était de 60,3 kg. L'intervalle entre la première PUni et la BiUni était de 62,17 mois (35 à 92 mois). L'évolution des différents axes est rapportée dans le tableau 2. Parmi ces 6 patients, 3 hypercorrections ont été retrouvées. Pour les 3 patients restants, 2 avaient une ménissectomie latérale et 1 patient avait présenté une ostéonécrose du condyle latéral.

Avant la BiUni, le score IKS genou moyen était de 62,5 (60 à 70) et le score IKS fonction moyen était de 65 (60 à 70). Lors de la dernière révision, ces scores étaient de 92,5 (80 à 100) pour le score genou et de 87,5 (70 à 100) pour le score fonction, à 25,5 mois de recul (12 à 42).

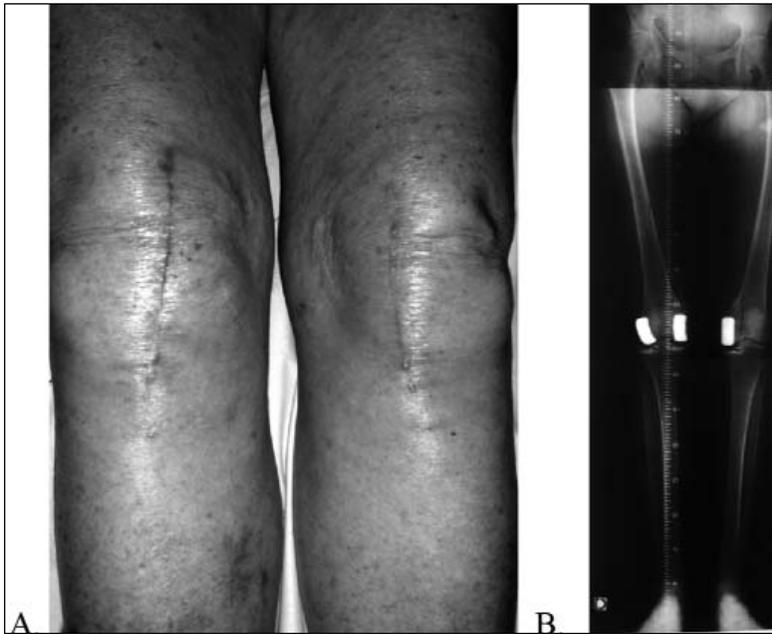
## DISCUSSION

Cartier et Deschamps [11] ont décrit l'importance de limiter les coupes osseuses lors de la mise en place d'une PUni dans l'éventualité

d'une révision future. C'est pourquoi, nous avons choisi l'option du resurfaçage condylien fémoral, du tibia full poly et proposé cette indication très précise de BiUni. Nos résultats précoces sont en effet très encourageants, même si une évaluation à plus long terme sur une série plus importante reste bien sûr nécessaire (fig. 9).

Plusieurs études [7, 8] ont décrit des hypercorrections dans le plan frontal après PUni entraînant après quelques années une dégradation du compartiment fémoro-tibial non prothésé. Ceci va dans le sens du concept d'"hypocorrection" souhaitable lors de la réalisation d'une PUni. Dans cette série de BiUnis, nous avons retrouvé 3 hypercorrections. Lors de la mise en place de la première PUni, il est important de noter que, contrairement à une PTG, le but n'est pas d'obtenir 180° d'angle fémoro-tibial mécanique. En effet, une telle valeur peut correspondre à une "hypercorrection" en cas de déformation constitutionnelle de 4° par exemple. De plus, une coupe postérieure insuffisante ou une pente tibiale trop faible peut créer une hypercorrection qui ne se manifestera qu'en flexion. Ainsi, pour les 2 patients qui ont subi une ménissectomie





**Fig. 9 :**

- A) Patient présentant une PUni médiale bilatérale ayant nécessité une BIUni (PUni externe complémentaire) du genou droit. Notez la comparaison entre l'abord d'une PUni interne (genou gauche) et la cicatrice après agrandissement de l'incision initiale pour réaliser une PUni latérale (BiUni du genou droit).**
- B) Télégoniométrie du même patient.**

latérale partielle 1 et 2 ans après une PUni médiale, peut avoir été influencé par une surcharge du compartiment fémoro-tibial latéral.

Une étude cinématique récente *"in vivo"* comparant PUni et BiUni [9], confirmait que la conservation des 2 ligaments croisés après BiUni permettait de reproduire de façon assez proche la cinématique d'un genou normal (incluant la translation postérieure des condyles fémoraux et la rotation interne tibiale durant la flexion), bien que restant inférieure aux résultats des PUnis isolées. Par contre, le rapport du registre suédois des prothèses [12, 13] retrouvait un taux de révision plus important après BiUni qu'après PTG en cas de reprise de PUni pour atteinte

dégénérative du compartiment non prothésé (mais ces résultats concernent des PUnis implantées jusqu'au milieu des années 90, les critères de sélection étant moins bien connus à l'époque, et un certain nombre de PUnis latérales à plateau mobile, étaient concernés).

Ainsi, les critères de sélection pour proposer une reprise par BiUni doivent rester stricts :

- plainte douloureuse localisée au compartiment fémoro-tibial non prothésé,
- apparition des symptômes après une période initiale où le résultat de la PUni était bon, symptômes étant différents de ceux ayant conduit à la première intervention,
- après avoir exclu une éventuelle usure ou descellement,

- préférer cette option en cas de patient présentant des comorbidités contre-indiquant une intervention lourde.

Dans un futur proche, la navigation pourrait être une aide précieuse d'une part pour améliorer le positionnement des PUnis de première intention en évitant toute hypercorrection, celle-ci pouvant survenir non seulement en extension, mais aussi en flexion.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] MARMOR L. 1988. Unicompartmental arthroplasty of the knee with a minimum ten-year follow-up period. *Clin Orthop*. 228: 171-177.
- [2] CARTIER P., CHAIB S., VANVOOREN P. 1987. Unicompartmental prosthetic replacement of the knee. Apropos of 159 cases- a maximum follow-up period of 10 years. *Rev. Chir Orthop*. 73: 130-133.
- [3] BERGER R., MENEGHINI M., JACOBS J. *et al.* 2005. Results of unicompartmental knee arthroplasty at minimum of ten years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 87: 999-1006.
- [4] ROBERTSON O., BORGQUIST L., KNUTSON K. *et al.* 1999. Use of unicompartmental instead of tricompartmental prostheses for unicompartmental arthrosis is a cost-effective alternative. 15,437 primary tricompartmental prostheses were compared with 10,624 primary medial or lateral unicompartmental prostheses. *Acta Orthop Scand*. 70:170-5.
- [5] SLOVER J., ESPEHAUG B., HAVELIN L. *et al.* 2006. Cost-effectiveness of unicompartmental and total knee arthroplasty in elderly, low-demand patients. A Markov decision analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 88: 2348-2355.
- [6] SERVIEN E., TARIK A., NEYRET PH *et al.* 2007. How to Select Candidates for Lateral Unicompartmental Prosthesis. *Tech Knee Surg*. 6:51-59.
- [7] BÖHM I., LANDSIEDL F. 2000. Revision surgery after failed unicompartmental knee arthroplasty: a study of 35 cases. *J Arthroplasty* 15: 982-989.
- [8] CHATAIN F., RICHARD A., DESCHAMPS G. 2004. Revision total knee arthroplasty after unicompartmental femorotibial prosthesis: 54 cases. *Rev Chir Orthop*. 9: 49-57.
- [9] BANKS S., FREGLY B., BONIFORTI F. *et al.* 2005. Comparing *in vivo* kinematics of unicondylar and bi-unicondylar, KSSTA 13: 551-556.
- [10] NEYRET P., DAHER A. 2007. Prothèse unicompartmentale. In: Neyret P., Verdonk P., Tarik S. eds. Chirurgie du genou: "my knee practice". Paris: Masson 153-162.
- [11] DESCHAMPS G., CARTIER P. 1998. Echecs et modalités de reprises des prothèses unicompartmentales. In: Cartier P., Epinette J., Deschamps G., Hernigou P. eds. Prothèses unicompartmentales du genou. Paris: Exp. Scien Fr; 65: 161-64.
- [12] ROBERTSON O. 2006. The Swedish Knee Arthroplasty Register – The present situation. In: La prothèse du genou. Montpellier: Sauramps medical; 171-174.
- [13] LEWOLD S., ROBERTSSON O. 1998. Revision of unicompartmental knee arthroplasty: outcome in 1135 cases from the Swedish Knee Arthroplasty study. *Acta Orthop Scand* 69: 469-474.



# Le Genou et le sport

## du ligament à la prothèse

*sous la direction de*

**P. CHAMBAT, PH. NEYRET, M. BONNIN, D. DEJOUR,  
J.C. PANISSET, R. BADET, E. SERVIEN, B. SONNERY-COTTET,  
J. BARTH, N. BONIN, A. PINAROLI, S. LUSTIG, J.M. FAYARD**

Depuis plusieurs années, le sport fait partie intégrante de notre vie et il se pratique souvent régulièrement de la prime jeunesse jusqu'à un âge avancé de la vie.

Dans le même temps, le genou qui est un point faible parmi toutes les articulations, peut présenter un certain nombre de lésions qu'elles soient traumatiques (ligaments, ménisques ou cartilage), dysplasiques (rotules) ou dégénératives (arthrose). En 2008, l'ambition d'un chirurgien du genou devrait être la poursuite de l'activité physique après une intervention chirurgicale. Si de telles études ont été déjà réalisées en ce qui concerne les ligaments, celles portant sur les résultats sportifs, après ostéotomie ou prothèse, sont beaucoup plus rares.

Dans ce livre, nous voudrions vous faire partager l'expérience de notre groupe. Nous avons choisi comme titre pour cet ouvrage, « Le genou et le sport. Du ligament à la prothèse », ce qui résume parfaitement l'ensemble des articles proposés.

[www.livres-medicaux.com](http://www.livres-medicaux.com)



Le **Genou** et le sport

13<sup>èmes</sup> Journées Lyonnaises  
de Chirurgie du Genou

