

Diagnostic des lésions chroniques des deux ligaments croisés du genou. Classification des laxités antéro-postérieures. Technique de reconstruction simultanée des deux ligaments croisés.

JL. LERAT

Service de Chirurgie Orthopédique et de Médecine du Sport.
Centre Hospitalier Lyon-Sud, Pierre-Bénite, F 69495

Correspondance :
jean-luc.le-rat@chu-lyon.f

Résumé

Les cas de réparation des 2 ligaments croisés (LC) pour rupture ancienne sont rares et leur prise en charge n'est pas codifiée. On privilégiait classiquement la reconstruction de l'un des deux ligaments croisés, plutôt l'antérieur pour certains auteurs ou plutôt le postérieur pour d'autres, la priorité accordée à un croisé étant basée sur des arguments qui restent mystérieux. Quelques auteurs ont proposé la reconstruction des deux LC, mais ils le faisaient en deux temps chirurgicaux séparés, en utilisant des procédés classiques avec des autogreffes tendineuses ou plus récemment des allogreffes. La reconstruction simultanée des LC n'a été proposée que récemment en 1990, puis 1995, par deux auteurs qui ont publié quelques cas de reconstruction des LC pour des ruptures récentes par des allogreffes implantées sous contrôle arthroscopique. Depuis 1996, seulement 44 cas opérés à l'état chronique ont été recensés dans 6 publications où ils étaient mélangés à des cas récents (63 cas) qui posent des problèmes très différents. Ces auteurs ont utilisé soit des allogreffes, soit des autogreffes, soit la combinaison des deux et, le plus souvent l'arthroscopie a été combinée à des abord classiques.

Plutôt que de faire des reconstructions des LC avec des transplants distincts et plusieurs abords séparés, nous avons proposé d'utiliser un seul transplant pour les deux LC et une seule voie d'abord avec une technique personnelle utilisée depuis 1983 et décrite en 1986 dans la Revue de Chirurgie Orthopédique,. Nous rapportons 25 cas opérés à l'état chronique.

L'examen soigneux de ces genoux a bien sûr confirmé qu'il n'y a jamais de rupture des 2 croisés sans lésions ligamentaires de la périphérie. L'imagerie avec en particulier les radiographies forcées en varus et en valgus, mais surtout en tiroir antérieur et postérieur, avec un protocole personnel, a permis de faire des mesures précises de la laxité et de quantifier la translation des deux compartiments du genou, donc la rotation. Les mesures radiographiques de la laxité ont permis d'élaborer une classification de ces lésions complexes.

Outre la reconstruction des LC, on a associé des plasties internes, externes et postérieures qui ont été dictées par la classification radiologique de la laxité.

Le résultat anatomique a été radiologiquement mesuré. Le gain moyen sur le tiroir antérieur était de 5 mm dans les 2 compartiments et sur le tiroir postérieur, de 6 mm en dedans et de 3 mm en dehors. La laxité périphérique a été mieux corrigée.

Les résultats fonctionnels, au recul moyen de 5,8 ans, étaient convenables (sauf dans 3 cas) avec reprise de l'activité professionnelle, mais peu d'activité sportive et aucun genou n'a été classé A dans la cotation de l'IKDC (International Knee Documentation Committee), ce qui corrobore les résultats de la littérature.

Mots clés : Genou, ruptures du LCA, ruptures du LCP, luxations.

Abstract

Anterior posterior laxities of the knee in chronic cases. Diagnosis, classification, simultaneous reconstruction of the two cruciate ligaments.

Chronic cases of combined rupture of the cruciate ligaments are exceptional and the surgical treatment is not codified. The reconstruction of the cruciates can be done classically in two stages using two different types of autogenous tendon reconstruction.

The first studies concerning the reconstruction of both cruciate ligaments were those of Lipscomb and Anderson in 1990 and Shapiro and Freedman in 1995 about acute cases arthroscopically operated on with allograft tendons. Since 1996, six studies have been published in the literature concerning 44 chronic cases mixed with 63 acute cases, but we found no retrospective or prospective study concerning reconstruction of the two cruciates in chronic cases. Autografts and especially allografts had been used or both and arthroscopy and surgical approach had been combined.

A personal procedure was described in 1986 in Rev Chir Orthop and was used for 25 knees between 1983 and 2003, results are reported for the first time. This technique is designed for severe chronic anterior posterior laxity of the knee often associated with complex peripheral laxity. There is a doubtless advantage in replacing the entire central pivot with a single transplant inserted through a single access route, rather than combining several classical procedures for reconstruction of the cruciate ligaments using several simultaneous incisions.

The examination of these knees confirmed that there was no rupture of the two cruciates without important lesions of the peripheral ligaments. Lateral laxity was important for 17 knees, medial laxity for 15 knees and combined for 11 knees.

Radiological precise measurements of the joint laxity in varus and valgus, particularly the radiological anterior and posterior drawer using a personal method permits us to elaborate a classification of these complex laxities

The reconstruction of the two cruciates has been associated with peripheral reconstructions according to the radiological laxity.

Anatomical results have been measured. The mean gain for the anterior drawer was 5mm in the two compartments and for the posterior drawer the gain was 6 mm in the medial compartment and 3 mm in the lateral compartment. Peripheral laxity was better corrected. Functional results at 5.8 years of follow-up were correct (except in 3 cases), with return to daily activities and work but few return to sport activities and none of the knees were classified A in the IKDC score.

This technique should be reserved for exceptional cases, where severity of the laxity and major clinical instability make the use of sticks or braces compulsory. Its advantages are a single simple

access route and a single transplant which allow a brief period of immobilization and rapid rehabilitation.

Keywords: Knee / anterior cruciate ligament / posterior cruciate ligament / knee luxation.

Introduction

Une laxité antéropostérieure chronique est toujours la conséquence d'une entorse grave du genou ayant comporté une rupture des 2 ligaments croisés (LC), mais celle-ci n'a pu exister isolément sans qu'il y ait eu des ruptures périphériques. Il a pu s'agir au minimum d'une classique « pentade » de Trillat et au maximum, d'une luxation du genou. Les pentades (internes ou externes) sont liées à des traumatismes en valgus ou en varus avec ou sans rotation. Le mécanisme peut aussi être une hyperextension forcée avec rupture des 2 LC et ruptures des structures postérieures. Enfin, il a pu se produire une importante translation jusqu'à la perte de contact des surfaces permises par des lésions des formations internes et externes. La perte de contact des surfaces cartilagineuses est la définition même de la luxation du genou qui peut être antérieure, postérieure, interne ou externe. La distinction entre pentades et luxations au stade aigu est d'ailleurs souvent difficile à faire et bon nombre de ruptures dénommées pentades sont probablement des luxations spontanément réduites. Les dénominations et classifications des lésions sont diverses et il n'y a pas de consensus.

À l'état aigu, la réparation chirurgicale est toujours extrêmement difficile, bien que l'on puisse reconnaître à l'ouverture les éléments rompus et être théoriquement dans la situation de les réparer. Il suffit d'avoir opéré en urgence ce type de rupture et d'avoir pu constater le désordre extrême de ces fibres rompues à des niveaux différents, littéralement « échevelées » et baignant dans un hématorne abondant, pour comprendre que leur cicatrisation spontanée, avec ou sans plâtre, ne peut pas se faire de façon anatomique mais avec une grande anarchie et qu'il subsiste une laxité complexe lorsqu'elles sont vues à l'état chronique.

À l'état chronique, le problème est complexe car l'analyse des lésions ne peut se déduire que de l'examen clinique et de l'imagerie, en effet, lors de l'abord chirurgical, les structures rompues sont difficilement reconnaissables. À ce stade, les précisions sur le type de traumatisme aident peu au diagnostic puisque pour la majorité des patients opérés au stade chronique, il n'a pas été possible de reconstituer le mécanisme du traumatisme initial.

L'examen du genou s'attachera à rechercher et à quantifier la laxité antérieure et postérieure, et aussi la laxité périphérique interne et/ou externe résiduelle.

La laxité périphérique est souvent importante, mais elle est parfois minime car les lésions périphériques sont susceptibles de cicatriser à la condition que les blessés aient été immobilisés suffisamment longtemps en plâtre, contrairement aux ligaments croisés qui laissent une laxité plus évidente, surtout le LCA. Toutes les luxations n'ont pas la même gravité en raison du potentiel de cicatrisation différent des ligaments (Neyret et al (1), Versier

et al (2) Shelbourne et al (3). Il faut en effet, distinguer plusieurs types de lésions dont la gravité est différente, avec des conséquences en cas de prise en charge secondaire. Les ruptures complètes intra ligamentaires laissent toujours une certaine laxité, au contraire des lésions par décollements périostés qui cicatrisent mieux car le contact entre l'os et les fibres se rétablit après la réduction (fréquentes dans les luxations postérieures).

L'IRM montre des lésions ligamentaires cicatricielles et cet examen n'apporte pas beaucoup plus que l'examen clinique pour le diagnostic. L'IRM a surtout l'intérêt de montrer si la rupture des différents éléments a eu lieu au niveau des insertions proximales ou distales ou au milieu des ligaments, ce qui peut permettre au chirurgien de prévoir un geste mieux adapté aux types de lésions. L'IRM a aussi l'intérêt de montrer les lésions associées des tendons qui peuvent exister dans près de 10 % des luxations (tendon rotulien, tendon du biceps, tendons de la patte d'oie et de la bandelette de Maissiat). Cela est important à savoir car certains de ces tendons sont des candidats possibles pour devenir des transplants lors la reconstruction.

Au stade chronique, il est important de noter s'il existe d'éventuelles séquelles de lésions vasculo-nerveuses contemporaines de l'accident, puisqu'il y a 8 à 13 % de lésions des vaisseaux poplités et de lésions du nerf péronier (1, 2, 3)

Au stade chronique, il importe donc avant tout, de déterminer l'existence d'une laxité antérieure, postérieure, interne et externe. L'existence d'un recurvatum témoigne, en plus, de lésions des capsules ligamentaires postérieures. La première préoccupation de l'examineur sera de classer la laxité dans les 4 plans.

Nous attachons une grande importance aux radiographies en varus et valgus forcés mais aussi en tiroir antérieur et postérieur qui permettent de quantifier la laxité dans chaque compartiment du genou, de classer ces lésions complexes et de choisir les techniques de reconstruction à associer, au cas par cas, à la reconstruction des croisés. Nous y consacrerons une partie de cette étude.

Le traitement de ces lésions complexes, à l'état chronique, n'est pas codifié. À ce stade, le chirurgien aura pour but d'essayer de limiter la laxité anormale mise en évidence par l'examen et il cherchera à réaliser toutes les ligamentoplasties efficaces dont il dispose dans son arsenal technique et à les conjuguer judicieusement. Il raisonnera plus sur des plans ligamentaires que sur des éléments anatomiques. Tout chirurgien expérimenté sait bien que tous les gestes qu'il pourra combiner dans ces cas graves, sont incapables d'apporter une correction parfaite et durable. Nous ne sommes capables que de limiter les dégâts en fixant quelques portions de tendons en lieu et place de ligaments aux structures complexes et nous assistons de plus, constamment, à une certaine distension du collagène de ces transplants à moyen terme. Nous allons donc tenter de déterminer la laxité dans tous les plans et faire le point sur les techniques de ligamentoplasties utilisables dans ces laxités.

Quantification de la laxité pré et postopératoire

- L'examen clinique classique apprécie la laxité ligamentaire en valgus et en varus (en extension et en légère flexion), ainsi que la laxité antéro-postérieure comparative en testant le tiroir antérieur à 20° de flexion du genou (test de Trillat-Lachman) et le tiroir postérieur mais il ne permet aucune mesure précise.
- Les tests d'instabilité comme le ressaut antéro-latéral dynamique (pivot shift test de Mac Intosh) caractéristique de l'insuffisance du LCA ne permettent pas de quantification, ce qui ne leur enlève pas leur grand intérêt diagnostique. Il a été trouvé dans tous les cas de notre série de même que le ressaut inversé présent dans les laxités postéro externes (Jakob).
- L'arthromètre KT-1000 (ou 2000) ne donne qu'une mesure globale de la laxité antéro-postérieure et il permet la comparaison avec le genou sain.
- Les radiographies forcées en valgus et en varus ont permis des mesures du bâillement de l'interligne fémoro-tibial
- La mesure du tiroir radiographique antérieur et postérieur a été faite systématiquement avant et après l'opération. On a pu ainsi classer la laxité avant l'opération et mesurer le gain sur la laxité après traitement. La mesure du tiroir radiographique permet de lever tous les doutes qui peuvent persister après l'examen clinique et arthrométrique. La radiographie permet de mesurer non seulement la translation du plateau interne par rapport au condyle interne (donnée mesurée par tous les adeptes des mesures radiographiques) mais aussi la translation du compartiment externe.

Les radiographies en tiroir ont été faites dès 1970, entre 70 et 90° de flexion [Nyga, Kennedy, Lerat, Jacobsen, Torzili : in Lerat et al (4, 5, 6)]. En 1976, Torg introduit en clinique le Lachman test à 20°, manœuvre qui était pratiquée par Trillat en France depuis 1962. Nous avons utilisé une technique radiologique manuelle à 20° de flexion depuis 1979 qui a été remplacée par un protocole

publié en 1986 [Lerat et al (4-7)]. Afin d'éviter l'intervention des mains, un appareil spécialement conçu pour positionner le membre permet, par la simple application d'une charge sur le genou, d'obtenir une translation fémoro-tibiale libre. La translation est définie par 2 mesures en mm: TACI (tiroir antérieur du compartiment interne), TACE (tiroir antérieur du compartiment externe) (fig. 1).

Classification radiographique des laxités antérieures

On a pu constater que la translation du compartiment externe était parfois prédominante (rotation interne) ou parfois celle du compartiment interne (rotation externe) en fonction des lésions de ces 2 compartiments (fig. 1). Une classification des laxités antérieures du genou a été établie [Lerat et al. (7)], qu'il est utile de rappeler. Elle est basée en premier sur le tiroir du compartiment interne (TACI). Ainsi, 4 stades (1, 2, 3, 4) ont été définis pour le TACI différentiel avec les bornes suivantes : inférieur à 5 mm, 5 à 8 mm, 9 à 11 mm et supérieur à 11 mm. Dans chacun de ces 4 groupes on différencie 4 stades (A, B, C, D) en fonction de la laxité du compartiment externe, TACE, en utilisant les mêmes bornes que pour le TACI (tableau I). Les 16 sous groupes correspondent à une réalité qui a été démontrée sur une série importante de genoux après rupture du LCA, ce qui indique bien une grande diversité d'états allant de la simple rupture du LCA à des laxités plus complexes ou globalisées (tableau Ia).

Parmi les 16 sous groupes, on peut isoler pour simplifier les choses, 4 grands groupes :

- 1. Les laxités antérieures faibles du compartiment interne et du compartiment externe (1A, 1B, 2A, 2B).
- 2. Les laxités antérieures faibles du compartiment interne et fortes du compartiment externe (1C, 1D, 2C, 2D).
- 3. Les laxités antérieures fortes du compartiment interne et faibles du compartiment externe (3A, 3B, 4A, 4B).

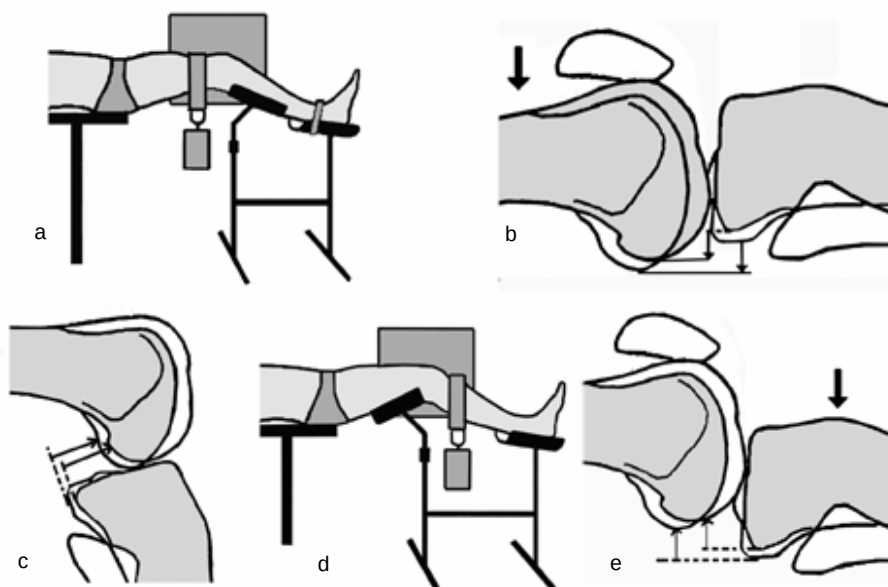


Fig. 1.
a) Dispositif pour le tiroir radiologique antérieur à 20°.
b) Mesure du Tiroir Antérieur du Compartiment Interne : TACI et du Tiroir Antérieur du Compartiment Externe : TACE.
c) Tiroir Postérieur à 70°: Tiroir Postérieur du Compartiment Interne : TPCl et Tiroir Postérieur du Compartiment Externe : TPCE.
d) Dispositif inversé pour le tiroir postérieur à 20°.
e) Mesure du TPCl et du TPCE à 20° de flexion

TACI					TPCI				
Stade 4	4-A	4-B	4-C	4-D	Stade 4	4-A	4-B	4-C	4-D
Stade 3	3-A	3-B	3-C	3-D	Stade 3	3-A	3-B	3-C	3-D
Stade 2	2-A	2-B	2-C	2-D	Stade 2	2-A	2-B	2-C	2-D
Stade 1	1-A	1-B	1-C	1-D	Stade 1	1-A	1-B	1-C	1-D
Stade A Stade B Stade C Stade D TACE					Stade A Stade B Stade C Stade D TPCE				

TABLEAU I. – a) Classification des laxités antérieures avec 4 grades selon le TACI et 4 sous groupes en fonction du TACE
b) Classification des laxités postérieures avec 4 grades selon le TPCI et 4 sous groupes en fonction du TPCE

- 4. Les laxités antérieures fortes du compartiment interne et du compartiment externe (3C, 3D, 4C, 4D).

Mesure radiographique de la laxité postérieure

La radiographie de profil à 70° de flexion a été utilisée en routine depuis plus de 30 ans, en demandant au sujet de contracter les muscles ischio-jambiers en appuyant son talon sur la surface de la table. Les mesures du tiroir faites sur de tels clichés sont identiques à celles faites en poussant le tibia en arrière avec la main. Cela a permis de mesurer la translation postérieure des plateaux tibiaux par rapport aux condyles fémoraux (fig. 1) sans l'intervention des mains ou d'une charge. Dans cette méthode le genou est libre et se met en rotation en fonction de la laxité et la mesure du tiroir existant dans chacun des deux compartiments donne des informations sur la laxité postéro externe et postéro interne.

Le tiroir postérieur à 20° de flexion mérite aussi d'être mesuré systématiquement. Le système décrit plus haut est tourné de 180° et c'est la cuisse qui repose sur le support. La jambe est libre et le poids est appliqué sur la tubérosité tibiale (fig. 1). Les 2 faisceaux du LCP sont en tension entre 0 et 40° de flexion pour l'un et ensuite pour l'autre.

Les deux types de radiographies à 20° et à 70° de flexion sont complémentaires et elles sont susceptibles de tester séparément les qualités des 2 faisceaux du LCP et des structures périphériques.

Classification radiographique des laxités postérieures

La translation postérieure est définie par 2 mesures en mm: TPCI; tiroir postérieur du compartiment interne, TPCE; tiroir postérieur du compartiment externe. Ce tiroir postérieur existe avec une asymétrie fréquente synonyme de rotation, comme pour la laxité antérieure et on peut individualiser ici aussi, 16 stades avec 4 groupes principaux (tableau Ib) :

Laxité postérieure isolée (LCP) (stades 1 et 2)

Laxité postérieure et postéro latérale (rotation externe et TPCE ++) stades 3C, 3D)

Laxité postérieure et postéro interne (rotation interne et TPCI ++) (stades 3A, 3B)

Laxité postérieure et postéro latérale et postéro interne (TPCI++ TPCE ++) (stades 4)

Classification des laxités bicroisées et conséquences thérapeutiques

Les laxités chroniques complexes sont donc classables radiologiquement en tenant compte de la laxité antérieure et de la laxité postérieure (fig.2), ce qui permet des déductions sur la nature des lésions avec des implications sur les choix thérapeutiques en fonction du sens et de l'importance de la laxité. Il est en effet logique d'ajouter à la reconstruction du LCA, soit des plasties internes, soit des plasties externes en fonction de l'importance de la translation interne et /ou externe et des plasties postéro internes ou postéro externes en complément de la reconstruction du LCP.

Les techniques de reconstruction des 2 ligaments croisés

En cas de rupture des 2 croisés, on privilégiait classiquement plutôt la reconstruction de l'un d'eux en négligeant l'autre, ou bien on faisait éventuellement la reconstruction des deux, mais alors dans des temps chirurgicaux séparés en associant 2 procédés classiques avec des autogreffes tendineuses. Ohkoshi et al (8) ont proposé une chirurgie en 2 temps avec des autogreffes. D'abord une reconstruction du LCP avec le semitendinosus et le gracilis et avec un ligament synthétique (leeds-keio) et 3 mois plus tard, reconstruction du LCA avec un tendon de la patte d'oie homolatéral avec un ligament hybride ou avec le tendon rotulien et ils ajoutaient parfois des plasties périphériques (interne une fois et externe 3 fois sur 9 genoux)

Le problème du forage des tunnels est réalisé comme dans les plasties classiques du LCA et du LCP. Le choix

FIG. 2.
a) Laxité antérieure globale avec TACI prédominant.
b) Laxité antérieure globale avec TACE prédominant.
c) Laxité postérieure globale avec TACI prédominant.
d) Laxité antérieure globale avec TACE prédominant.

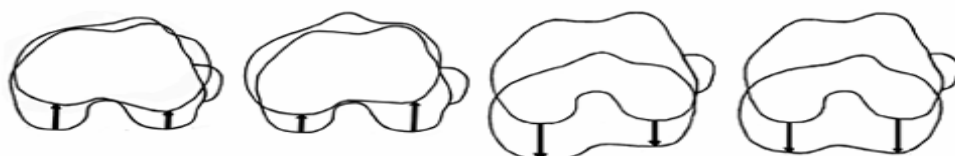




FIG. 3. - Principe de la reconstruction des 2 croisés avec les tendons rotulien et quadriceps

des transplants est par contre à discuter plus spécifiquement en cas de reconstruction des 2 LC.

Certains utilisent des autogreffes exclusivement, mais le choix des transplants est limité surtout pour les genoux qui ont déjà été opérés. Le tendon rotulien avec ses extrémités osseuses est préféré habituellement au tendon quadriceps, à la bandelette ilio-tibiale et aux tendons de la patte d'oie, parce qu'un transplant os-tendon-os est plus facile à fixer. Pour certains, le tendon rotulien sert à reconstruire le LCA, pour d'autres c'est le LCP. Le choix de privilégier l'un ou l'autre des croisés repose uniquement sur des convictions personnelles et non pas scientifiques. La pratique a montré qu'il était plus aisé d'améliorer l'instabilité antérieure que l'instabilité postérieure. Noyes *et al.* (9) ont choisi de privilégier le LCP. Mariani *et al.* (10) ont rapporté 15 cas de reconstruction, dont 10 au stade chronique, avec le tendon rotulien pour le LCP et les tendons de la patte d'oie pour le LCA. L'allogreffe est une solution de plus en plus utilisée dont les avantages résident dans la diminution du temps opératoire, l'absence de morbidité du site donneur et les transplants ont toujours des dimensions suffisantes (11 à 12 mm) et peuvent avoir 1 ou 2 blocs osseux, au choix.

La reconstruction des LC par arthroscopie a été préconisée dans les séries récentes, sous réserve d'utiliser des faibles pressions pour éviter l'extravasation du liquide dans les parties molles. L'arthroscopie permettrait de diminuer les douleurs et l'œdème par rapport à la chirurgie classique. La reconstruction simultanée des 2 LC pour des luxations au stade aigu a été rapportée par Lipscomb et Anderson en 1990 (11), Clancy et Smith (12) en 1991 puis par Shapiro et Freedman en 1996 (13) avec des allogreffes de tendon rotulien. Puis par Fanelli *et al.* (14-17) pour des cas récents et chroniques. Hara *et al.* (18) en 1999 ont proposé une note de technique pour la reconstruction avec des autogreffes, le LCA avec le tendon rotulien et le LCP avec le semitendinosus (3 bandelettes) par une seule incision et sous contrôle arthroscopique. La reconstruction du LCA avec le tendon rotulien est classique avec des vis d'interférence fixées sur un genou en flexion à 30°, le LCP est fixé à une extrémité par une bandelette de dacron sur un « endobutton » et de l'autre des sutures et un bouton fixé en extension.

Afin d'éviter des lésions vasculo-nerveuses poplitées lors du forage du tibia, Fanelli *et al.* (14-17) ont ajouté une incision extra capsulaire supplémentaire pour contrôler au doigt et ils ont aussi isolé et protégé le nerf péronier lors des reconstructions postéro latérales. Ils ont signalé aussi

le risque de fracture du tibia si les 2 tunnels étaient trop rapprochés.

Technique personnelle de reconstruction simultanée des 2 ligaments croisés

Cette technique, réalisée dès 1983, a été rapportée pour la première fois en 1985 au congrès de la SOFCOT sous la forme d'un film vidéo puis décrite par la suite (19-21). Elle permet de remplacer le pivot central par un seul transplant et une seule voie d'abord, plutôt que d'associer deux procédés différents de reconstruction du LCA et du LCP avec plusieurs transplants et plusieurs incisions.

Le principe est le suivant : une longue bandelette découpée sur l'appareil extenseur comporte à sa partie centrale un fragment rotulien. A partir de ce bloc, fixé sous le massif spinal du tibia, les fibres du tendon rotulien remplacent le LCP et les fibres sus rotuliennes remplacent le LCA en traversant le condyle externe, et elles viennent s'implanter en avant jusqu'au tubercule de Gerdy (fig. 3). Le procédé permet aussi de stabiliser le condyle externe par une plastie extra articulaire utilisant le même transplant. Des gestes de stabilisation du compartiment interne peuvent être réalisés aussi par la même incision. L'opération se déroule ainsi :

1- Une incision antérieure verticale de 16 à 18 cm de longueur, légèrement latéralisée permettra d'atteindre, par des décollements, les deux condyles afin de réaliser les plasties périphériques et les réinsertions méniscales éventuelles.

2 - Le transplant est plus long que dans la technique initiale (30 cm) et il comporte le tiers interne du ligament rotulien (10 mm de largeur) avec un fragment tibial, puis un bloc rotulien et le tendon quadriceps. Il est identique à l'opération de "Mac Injones" [Lerat *et al.* (22-23)] et son prélèvement n'entraîne que de rares désagréments ou séquelles qui ont été décrits par Lerat *et al.* (24), Moyen *et al.* (25). Le bloc de rotule, plus large en haut, est découpé par 2 traits de scie divergents avec une scie à lame mince sur 5 mm de profondeur puis une scie filiforme (type scie de modélisme) (fig. 4).

3- Préparation du tibia. Le tunnel est plus oblique que dans la description initiale. On détache en avant de l'insertion normale du LCA un bloc osseux de 1 cm de largeur sur 25 mm de hauteur (qui sera remplacé à la fin). Le bord postérieur sera le point de réflexion du futur LCA (fig. 4). On creuse un tunnel sous le massif des épines

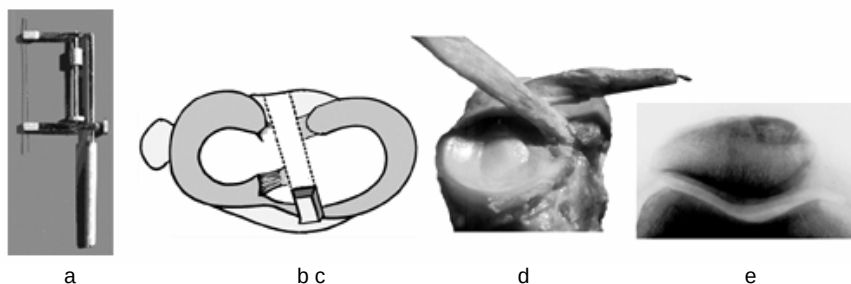


Fig. 4. – a) Scie filiforme qui sert à rejoinde 2 traits de scie faits longitudinalement dans la rotule. b) Ablation d'un bloc osseux en avant des épines tibiales et creusement d'un tunnel sous le massif des épines, obliquement vers l'arrière et débouchant en dehors de la ligne médiane. c) Introduction du transplant et blocage osseux. Aspect des 2 nouveaux croisés. e) Le site de prélèvement sur la rotule sera comblé par l'os récupéré lors du forage des tunnels.

tibiales, d'avant en arrière et en dehors et en haut vers l'insertion du LCP, en utilisant un viseur spécial muni d'une partie élargie qui protège en même temps en arrière et on fore avec une tréphine de 9 mm de diamètre. Il subsiste souvent des fibres du LCP que l'on décolle avec une rugine dans la zone qui servira de réflexion au nouveau LCP. Le tunnel est calibré pour accueillir le bloc rotulien.

4 - L'introduction du transplant d'avant en arrière dans le tunnel commence par le fragment tibial que l'on tire par un fil derrière le tibia, puis en avant dans l'échancrure. Le bloc de rotule est impacté en force dans ce tunnel (fig. 4-5). Dans 19 cas sur 25 la stabilité a été obtenue grâce à la forme de l'os mais on a pu l'améliorer par l'introduction de fragments spongieux, par une vis d'interférence (5 fois) ou par un fil métallique (2 fois).

5 - Préparation de l'insertion supérieure du LCP. Pour un LCP avec un seul faisceau, le forage se fait en avant de l'insertion anatomique. Si l'on veut faire 2 faisceaux, un deuxième tunnel est foré en arrière du premier. Le transplant est alors séparé en 2 parties avec 2 fragments osseux fixés par des fils métalliques sur une vis au dessus du condyle interne et tendus en fin d'intervention, en extension pour l'un et en flexion pour l'autre.

6 - Forage du condyle externe pour le LCA, de dehors en dedans en utilisant un viseur. Le point d'entrée se situe en haut et en arrière de l'insertion du ligament externe et le point de sortie se situe à l'insertion anatomique du LCA selon des critères classiques. Le transplant sera tendu et suturé à la sortie du tunnel et bloqué par de l'os introduit dans le tunnel par l'intérieur et par l'extérieur.

7 - La plastie extra articulaire externe. La partie terminale du transplant qui sort du condyle externe sert à faire une plastie extra articulaire. On peut faire une plastie simple (19 cas sur 26) qui passe sous le ligament externe puis

traverse le tubercule de Gerdy par un petit tunnel avec une suture du transplant sur lui-même (fig. 3), comme dans l'opération de "Mac InJones" de Lerat (22,23).

On peut aussi faire une plastie double (6 cas) avec un transplant divisé longitudinalement en 2 bandelettes dont l'une suit le trajet précédent et la deuxième passe dans un tunnel sous l'insertion du ligament externe et du tendon poplité, d'arrière en avant, repart vers l'arrière pour pénétrer à la partie postéro externe du plateau tibial externe ou sur le péroné. Le condyle externe est ainsi stabilisé en arrière et en avant (fig. 6).

8 - Une plastie interne est parfois indiquée. Nous avons utilisé une plastie inspirée du procédé classique de Lengenager, avec déplacement en haut de l'insertion osseuse du ligament interne, que nous avons fixé avec une petite agrafe vissée. On peut profiter de l'agrafe pour attacher le fil métallique du LCP (fig. 6).

9- La mise en tension des deux LC et les sutures définitives des plasties périphériques se font à la fin, sur un genou mis en extension, en commençant par tendre la plastie du LCP. Toutes les autres plasties qui ont été préalablement préparées, sont ensuite tendues et fixées mais auparavant, il faut vérifier que les rapports du fémur et du tibia sont normaux. La gouttière condylo-trochléenne est un bon repère anatomique, puisqu'en extension complète la partie antérieure du ménisque externe, repoussée par le tibia, vient s'y loger.

10- On replace le bloc osseux en avant du LCA entre les deux cornes méniscales qui sont suturées par dessus. Tous les tunnels sont comblés avec l'os spongieux récupéré lors des différents forages. La bandelette de Maissiat est refermée, ainsi que l'arthrotomie interne.

L'opération a toujours été faite sous anesthésie générale et avec un garrot pneumatique laissé en moyenne $128 \pm$

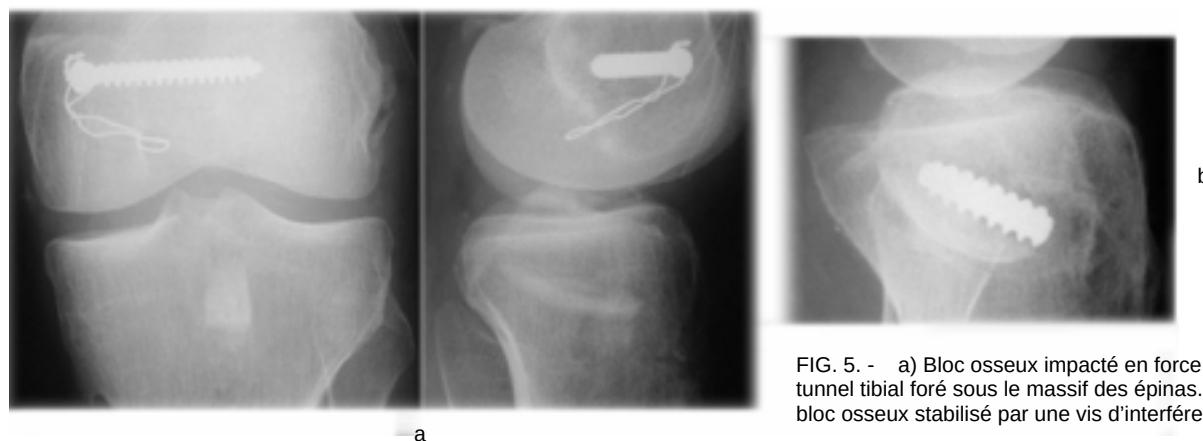


FIG. 5. - a) Bloc osseux impacté en force dans un tunnel tibial foré sous le massif des épines. b) Le bloc osseux stabilisé par une vis d'interférence.

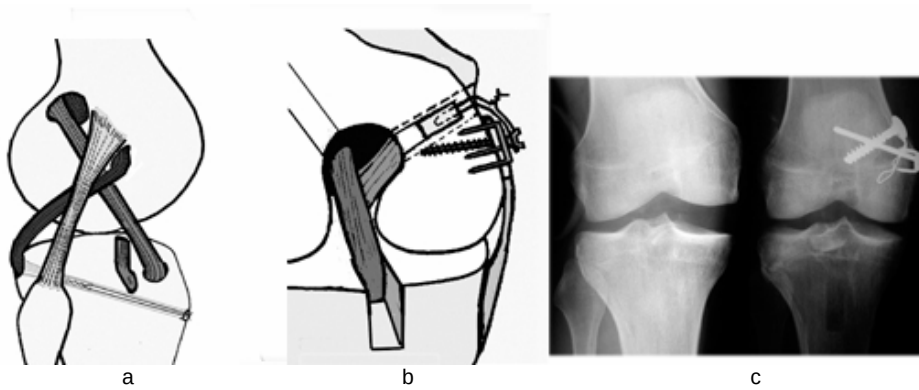


FIG. 6. - a) Plastie externe faite avec le tendon quadricipital issu du condyle et divisé en 2 parties. L'une va au tubercule de Gerdy, l'autre passe dans un tunnel foré sous l'insertion du ligament collatéral et part en arrière sur le tibia ou la tête du péroné. b) Tension et fixation du LCP à l'extérieur du condyle interne par un fil métallique sur une vis. En cas de retenue associée du ligament interne, une agrafe vissée fixe l'insertion osseuse et on peut y fixer aussi le LCP. c) Exemple d'une retenue interne. (noter de plus la présence du bloc osseux sous le massif des épines).

14 minutes (116 à 180). Au-delà de 120 minutes, le garrot a été levé puis regonflé après 20 minutes. La durée totale de l'opération a été de 177 ± 39 minutes (120 à 240). Aucune transfusion sanguine n'a été nécessaire.

Dans la grande majorité des cas on a mobilisé les genoux sur attelle motorisée passivement de zéro à 90° de flexion avec des précautions classiques concernant le LCP (aucun travail actif de la flexion) et on a autorisé l'appui avec la protection d'une attelle amovible. Quelques patients ont eu un plâtre, sans appui, en raison de sutures méniscales et/ou de reconstructions complexes dans les 2 compartiments ou d'une ostéotomie associée.

La Série

Vingt cinq patients ont été opérés par cette technique entre 1983 et 2003 au stade chronique.

- L'âge moyen lors de l'accident était de $23 \text{ ans} \pm 6$ (16 à 37 ans). Il y avait 14 genoux droits pour 11 genoux gauches et 17 hommes pour 5 femmes (2 hommes et une femme avaient leurs 2 genoux blessés). Le délai

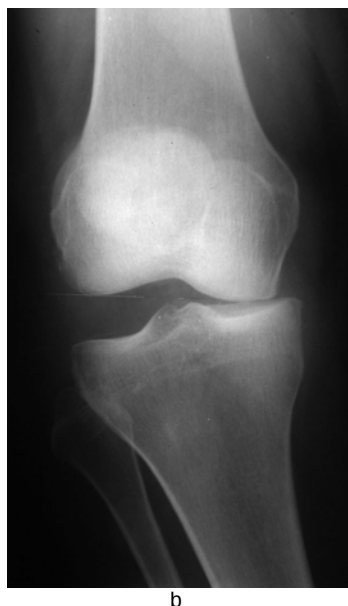
moyen entre l'accident et l'opération a été de $35 \text{ mois} \pm 41$ (5 à 180).

- Le traumatisme initial avait été 17 fois un accident de la route, 6 accidents liés au sport et un accident du travail. Le mécanisme du traumatisme était impossible à reconstituer dans 20 cas, un valgus 2 fois, un varus une fois, une torsion et un choc direct une fois.
- 14 genoux avaient déjà subi une ou 2 opérations (5 sutures, 4 reconstructions des 2 croisés par des ligaments artificiels, 2 plasties isolées du LCA). Les 11 autres genoux avaient été immobilisés par un plâtre. Un patient avait déjà eu une ostéotomie et une plastie du LCA renforcée avec des fibres de carbone. Un patient avait été traité par un fixateur externe fémoro-tibial et il avait été amputé de l'autre membre (fig. 7).

Sur les radiographies, on retrouvait des images d'arrachements osseux comme cela est fréquent, surtout dans les traumatismes graves en varus [(Lerat *et al.* (26))]. Il y



Fig. 7. - Cas N° 14 : a) Séquelles de luxation du genou droit traitée initialement par fixateur externe et amputation à la cuisse gauche. b) Varus décompensé à l'appui nécessitant un double appareillage. c) Dans ce cas une ostéotomie de valgisation s'imposait en même temps qu'une ligamentoplastie complexe. d) On a cherché à obtenir un valgus de 2 ou 3 degrés pour protéger le compartiment externe. Le genou droit est maintenant stable sans appareillage.



(mm)	Genoux sains n = 563	LCA rompus n = 487	LCP rompus n=42	Genoux sains n = 22	Ruptures 2 LC n = 25	Ruptures 2 LC Laxité différentielle
TACI (20°)	2.1 ± 2.6	10.4 ± 4	-	-	12 ± 4 (6-21)	10 ± 3 (4-19)
TACE (20°)	10.5 ± 3.5	18.5 ± 5	-	-	18 ± 5 (6-28)	9 ± 5 (-4- 15)
TPCI (20°)	2.1 ± 2.9	1.7 ± 3	8,8 ± 4,3	4,3 ± 3,5		
TPCE (20°)	1.8 ± 3.8	1.1 ± 4	8,3 ± 5	3,5 ± 3,2		
TPCI (70°)	-	-	13,6 ± 4	3 ± 2,3	17 ± 4 (9-25)	15 ± 4 (7-23)
TPCE (70°)	-	-	9 ± 3,6	-0,1 ± 3,5	12 ± 6 (0-20)	10 ± 6 (-2-18)

TABLEAU II - Mesures du Tiroir Antérieur du Compartiment Interne (TACI), du Tiroir Antérieur du Compartiment Externe (TACE), du Tiroir Postérieur du Compartiment Interne (TPCI) et du Tiroir Postérieur du Compartiment Externe TPCE) Comparaison des ruptures des 2 croisés avec des genoux normaux, des ruptures du LCA et des ruptures du LCP.

TACI					TPCI				
Stade 4	1	2	1	6	Stade 4	2	7	1	10
Stade 3		3	2	2	Stade 3	2			2
Stade 2	2	1	3	1	Stade 2		1		
Stade 1		1			Stade 1				
Stade A Stade B Stade C Stade D					Stade A Stade B Stade C Stade D				

TABLEAU III. - Classification des 25 cas de la série basée sur la laxité différentielle.

a/ Classification des laxités antérieures montrant une majorité de cas de laxités globales de stades 3-4 et C-D.

b/ Classification des laxités postérieures avec une majorité de laxités globales de stades 3-4 et C-D. Les cas où prédomine le TPCE par rapport au TPCI, sont plus nombreux.

avait des avulsions osseuses des croisés (une fois des 2 LC en haut une fois du LCA en bas) et des avulsions au fémur (3 avulsions du ligament interne et 2 avulsions du ligament externe). Il y avait 2 avulsions osseuses au tibia (bord du plateau tibial externe et tubercule de Gerdy). Il y avait 2 fois des ossifications au dessus des condyles témoignant de décollements du périoste en rapport avec des luxations postérieures.

Il y avait 3 fois des paralysies définitives du nerf péronier.

Au moment de l'opération, tous ces patients avaient une instabilité importante dans la vie quotidienne. Ils ne pouvaient plus du tout courir, sauf 2 d'entre eux, qui présentaient des dérobolements fréquents et des douleurs. Tous avaient un pivot-shift test très positif et beaucoup avaient un « reversed pivot shift » de Jakob, parfois difficile à objectiver séparément du premier.

La laxité avant l'opération

Il a été impossible de classer à posteriori les traumatismes et les lésions chez ces patients blessés depuis 5 mois à 15 ans, mais nous avons pu mesurer la laxité. Le tableau II résume les mesures du tiroir antérieur et postérieur de la série, ainsi que les tiroirs de 3 séries de référence : 563 genoux normaux, 487 ruptures du LCA [Lerat *et al.* (7)] et 42 laxités postérieures chroniques mesurées spécialement pour cette étude. Soulignons une notion nouvelle : lorsque le LCP est rompu, le tiroir postérieur à 70° est supérieur au tiroir à 20°, ce qui est le contraire de ce qui se passe pour le tiroir antérieur. Cependant, sur les genoux sains, il y a un discret tiroir physiologique postérieur qui est un peu plus net à 20° qu'à 70°. Pour classer ces laxités nous avons retenu les mesures où le tiroir est le plus significatif c'est-à-dire le tiroir antérieur à 20° (TACI et TACE) et le tiroir postérieur à 70° (TPCI et TPCE). La laxité différentielle moyenne a été calculée en

mm : le TACI était de 10 ± 3, le TACE de 9 ± 5, le TPCI de 15 ± 4 et le TPCE de 10 ± 6. La laxité antéropostérieure totale du compartiment interne était de 29 mm et la laxité du compartiment externe était de 30 mm. Notons que le compartiment externe était le moins mobile en tiroir postérieur, contrairement au tiroir antérieur. Il sera surtout intéressant de comparer le tiroir postérieur à 70° et à 20° lorsqu'on réalisera systématiquement des plasties du LCP à 2 faisceaux. La laxité externe était importante dans 17 cas (10° ou plus), la laxité interne était importante 15 fois et était supérieure à 10° 7 fois. Dans 11 cas, laxité externe et interne étaient associées. L'hyper extension était très anormale 5 fois.

On a pu séparer 4 catégories pour simplifier. Il y avait 11 cas avec de très fortes laxités antérieures globales : 11 stades 3-4 et C-D. Il y avait 5 cas avec un TACI prédominant : 5 stades 3-4 et A-B. Il y avait 4 cas avec de faibles tiroirs 1-2 et A-B. Il y avait 4 cas avec un TACI faible (1-2) et un TACE élevé de stades C et D (tableau III). Pour la laxité postérieure, il y avait une majorité de stades 3 et 4, avec un TPCE un peu inférieur au TACI : 13 stades 3-4 et C-D pour 11 stades 3-4 et A-B. On a pu isoler 7 cas avec des laxités 3-4 et C-D dans les 2 sens, qui étaient donc des laxités globales multidirectionnelles et qui présentaient aussi des laxités nettes en varus et en valgus. Une série plus grande permettrait certainement de faire des regroupements plus significatifs.

Les gestes complémentaires

L'analyse radiologique préopératoire a permis d'orienter le choix des plasties à faire en plus des LC. Ainsi, 23 plasties externes étaient indiquées et ont consisté en mettre en avant le prolongement du tendon quadricepsal, dont 6 ont comporté, en plus, une plastie doublant le poplité et le ligament externe. 3 cas ont eu une retension de l'insertion osseuse conjointe du ligament collatéral et du poplité. Les gestes internes ont comporté 7 fois un déplace-

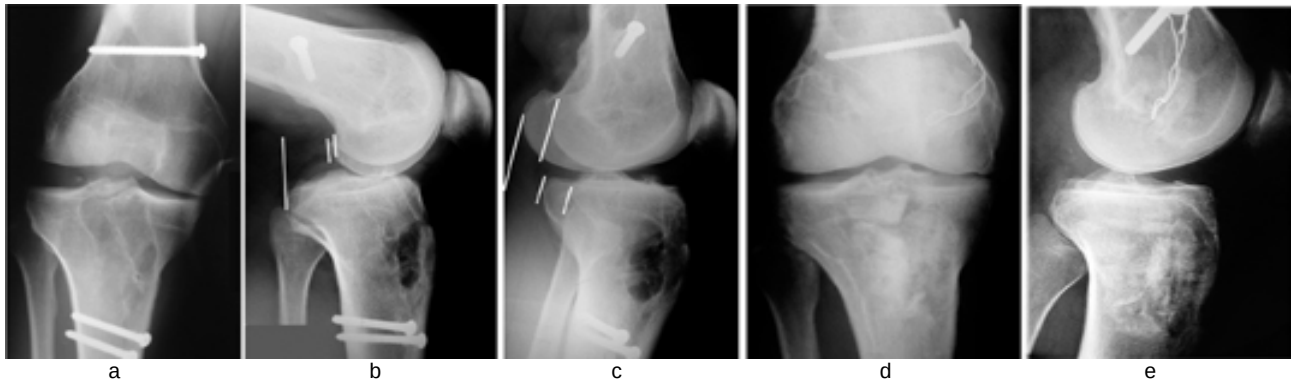


FIG. 8. - Cas N° 20 : Exemple d'un échec d'une reconstruction des 2 LC par des ligaments artificiels, avec une grande ostéolyse fémorale et surtout tibiale par des granulomes à corps étrangers. a) Laxité externe, b) tiroir postérieur (25/19) c) tiroir antérieur (16/15). d) Une greffe osseuse abondante a été nécessaire avant la reconstruction ligamentaire.

ment de l'insertion osseuse fémorale. 3 cas ont eu une retension de la capsule postérieure selon la technique décrite par Lerat et Moyen (27).

Pour les lésions méniscales, 2 sutures seulement ont été possibles sur 2 anses de seau du ménisque externe et 2 ménisques externes et 2 internes ont été régularisés (3 ménisques avaient déjà été enlevés).

Lorsqu'il existait une laxité externe majeure et un morphotype de genu varum de 5 degrés ou plus, nous avons associé une ostéotomie tibiale de valgisation afin de protéger les ligamentoplasties externes (5 cas), surtout dans 2 cas qui avaient en plus des lésions cartilagineuses favorisées par des cals vicieux articulaires associés.

Plusieurs genoux étaient porteurs de ligaments artificiels qui s'étaient rompus et 2 d'entre eux présentaient des ostéolyses majeures autour des tunnels, en rapport avec des granulomes à corps étrangers. Ils ont dû subir une première opération de nettoyage et d'ablation des fragments ligamentaires, de synovectomie et de reconstruction osseuse par des greffes, avant la reconstruction ligamentaire différée de quelques mois (fig. 8).

Résultats

Tous les patients ont été informés de la gravité de la situation de leur genou et du fait que l'opération qui leur était proposée était nouvelle et considérée comme une tentative palliative et même un sauvetage (plusieurs avaient eu des propositions d'arthrodèse). Un patient a été perdu de vue. La flexion moyenne préopératoire était de $130 \pm 14^\circ$ et l'on a obtenu $130 \pm 11^\circ$ (100 à 150°) lors du bilan après 1 an. 2 genoux ont bénéficié d'une flexion sous anesthésie après 2 mois. Au recul moyen de 5,8 ans (1 à 21 ans), les résultats fonctionnels obtenus ont été convenables, l'amélioration était très appréciée par les patients, avec reprise de l'activité professionnelle, mais pas d'activité sportive (sauf le vélo pour 4 patients qui disent aussi pouvoir courir). Aucun genou n'a pu être classé dans la catégorie A de la cotation IKDC. Aucun de nos patients ne dit « regretter l'opération », même les 3 patients pour lesquels l'amélioration n'a été que très partielle et que nous considérons comme de mauvais résultats.

Les résultats anatomiques ont été nettement moins satisfaisants, en raison du gain objectif modeste obtenu sur la laxité, en effet, lors du bilan après 1 an, la laxité antéro-

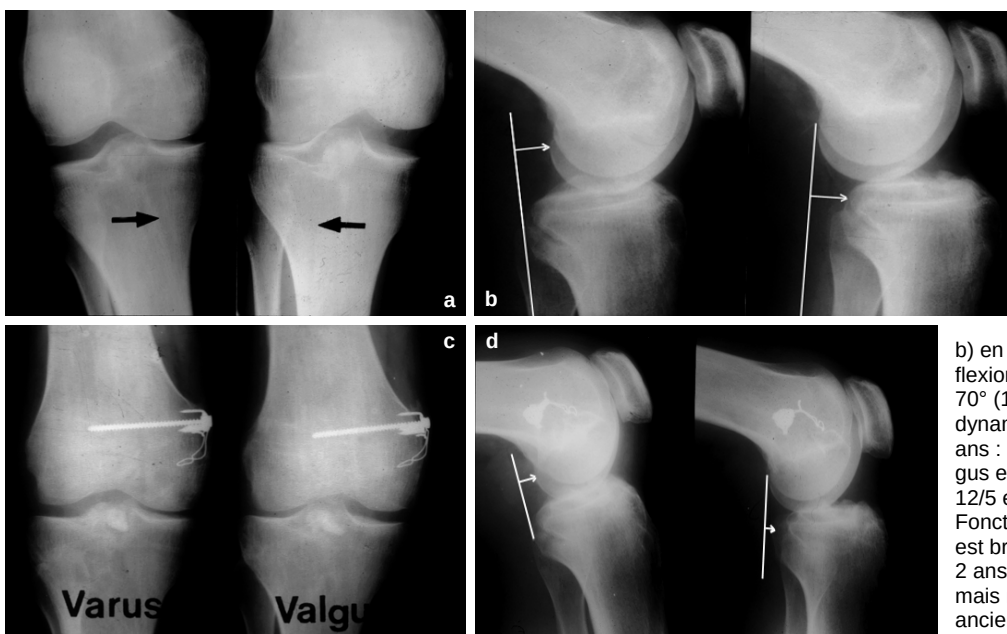


FIG. 9. - Cas N° 2 : Séquelles de luxation du genou en moto. a) Etat préopératoire : Radiographies en varus, en valgus b) en tiroir postérieur à 70° de flexion (12/19) et tiroir antérieur à 70° (15/11). c) Radiographies dynamiques après un recul de 12 ans : la laxité en varus et en valgus est faible. d) tiroir postérieur : 12/5 et tiroir antérieur : 10/12. Fonction normale de ce patient qui est brancardier. A repris pendant 2 ans l'entraînement du javelot mais n'a pas pu retrouver son ancien niveau.

postérieure radiographique n'avait été réduite que de la moitié de sa valeur initiale pathologique. Le gain réel moyen sur le TACI et sur le TACE était de 5 mm et le gain sur le TPCI était de 6 mm et sur le TPCE de 3 mm. Le résultat s'est avéré stable au recul maximum (fig. 9).

La laxité externe et la laxité interne ont été bien corrigées d'après l'examen clinique, mais on n'a pas refait systématiquement des radiographies en varus et en valgus au recul.

Discussion

La reconstruction des 2 LC était souvent réalisée en 2 temps séparés en privilégiant l'un ou l'autre des croisés, comme Ohkoshi et al (8) qui ont proposé pour 9 ruptures récentes une chirurgie en 2 temps avec des autogreffes. La première opération sous arthroscopie après 2 semaines où ils reconstruisent le LCP avec un transplant hybride fait des tendons semitendinosus et gracilis avec un renfort type leeds-keio et 3 mois plus tard, ils reconstruisaient le LCA avec un tendon de la patte d'oie homolatéral avec un ligament hybride 6 fois et le tendon rotulien 2 fois et ils ajoutaient parfois des plasties périphériques (interne une fois et externe 3 fois)

La reconstruction simultanée des 2 ligaments croisés à l'état chronique n'a fait l'objet, à ce jour, d'aucune étude prospective ni rétrospective et dans les rares articles de la littérature qui abordent le sujet depuis quelques années, les auteurs mélangent les cas chroniques avec les cas aigus qui représentent d'ailleurs la majorité des cas publiés.

On ne trouve dans la littérature aucun article concernant la reconstruction des 2 croisés avant ceux de Lipscomb et Anderson en 1990 (11) Clancy et Smith (12) et Shapiro et Freedman en 1995 (13), qui traitaient d'ailleurs uniquement des cas récents. Les cas chroniques rapportés ensuite ont été rares : Fanelli et al. (14-17), de 1996 à 2003, ont rapporté 16 cas chroniques sur 35, Noyes et al. en 1997 (9), rapportaient 4 cas chroniques sur 11, Wascher et al. en 1999 (28), rapportaient 4 cas chroniques sur 13, Mariani et al. en 2001 (10), rapportaient 10 cas chroniques sur 15 et Colosimo et al. en 2003 (29) rapportaient 4 cas chroniques sur 11. Martinek et al en 2003 (30) rapportaient 6 cas chroniques et 22 aigus. L'ensemble de ces articles totalise seulement 44 cas chroniques. Seule avec la nôtre, l'étude de Capelli et al. (27), porte sur 10 cas chroniques qui ont été traités par la même technique, ce qui porte à 35 le nombre de cas traités ainsi. Les résultats des cas chroniques ne seraient pas différents des cas ré-

cents d'après Fanelli et al. (19-22), Colosimo et al. (29), Noyes et al. (9) et Mariani et al. (10). Pour les autres auteurs, les résultats ont été meilleurs dans les cas aigus, en particulier pour Washer et al. (28) et pour Harner et al. (31).

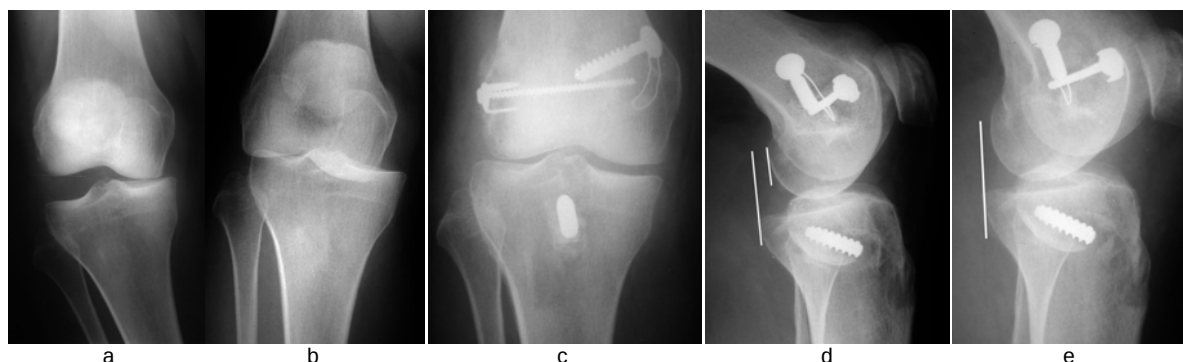
La prise en compte des lésions périphériques

À l'état aigu, les auteurs qui ont fait des reconstructions des 2 croisés sous contrôle arthroscopique ont ignoré souvent les lésions périphériques. Certains ont ajouté aux abords arthroscopiques des petites incisions pour faire des gestes de ligamentoplasties internes ou externes, comme Fanelli et al. (14-17). En effet, il n'y a pas de rupture des 2 croisés sans lésions importantes des structures périphériques internes et/ou externes et on ne peut imaginer une cicatrisation correcte du pivot central sans la prise en compte de ces ligaments. Certains ont proposé 3 à 6 semaines d'immobilisation plâtrée en escomptant la cicatrisation des lésions périphériques et ils ont reconstruit ensuite les 2 croisés par arthroscopie, comme Fanelli et al. (14-17), Noyes et al. (9) et Mariani et al. (10).

La chirurgie par arthrotomie est utilisée par certains auteurs comme Wascher et al. (28) qui ont fait des abords chirurgicaux classiques 11 fois sur 13. A l'état chronique, comme à l'état frais, on peut préférer la chirurgie classique. Ainsi, Capelli et al. (32) ont utilisé comme nous, une seule voie antérieure avec des décollements et il n'y a eu à déplorer, pour les 35 cas opérés en tout, dans leur série et dans la nôtre, aucune complication liée à ces décollements. Cette voie a eu l'avantage d'associer des plasties périphériques complexes internes et/ou externes et même des ostéotomies. Nous contrôlons le danger en arrière, lors du forage du tunnel tibial, en utilisant un viseur spécial qui est introduit dans l'échancrure par l'avant et qui est muni d'une partie élargie protégeant en arrière toute la surface rétro spinale du tibia.

La durée de l'opération peut être réduite par l'utilisation des allogreffes tendineuses et par la technique arthroscopique. Dans la chirurgie conventionnelle, les durées opératoires sont importantes. Pour Capelli et al. (32) la durée était de 155 mn en moyenne (100 à 230). La durée totale de l'opération a été dans notre série de 177 mn $\pm$ 39 (120 à 240) en raison des nombreux gestes associés. Aucune transfusion sanguine n'a été nécessaire.

FIG. 10. - Cas N° 10 a) Subluxation résiduelle après un traumatisme ancien. b) Plastie bicroisée et plastie externe c) tiroir postérieur et d) tiroir antérieur après 1 an.



Les ligamentoplasties complémentaires dépendent des lésions

A l'état chronique, les structures périphériques rompues sont méconnaissables pour le chirurgien. L'IRM peut avoir un intérêt en montrant si la rupture des différents éléments a eu lieu au niveau des insertions proximales, distales ou au milieu des ligaments, ce qui peut permettre de prévoir un geste mieux adapté aux types de lésions. Cet examen a aussi l'intérêt de montrer les lésions associées des tendons qui existent dans près de 10 % des luxations (tendon rotulien, tendon du biceps, tendons de la patte d'oie et de la bandelette de Maissiat), ce qui est important à connaître car certains de ces tendons sont des candidats possibles pour devenir des transplants lors la reconstruction.

Le chirurgien a le choix entre 2 options principales ; d'une part, les gestes de retension des ligaments en déplaçant l'une des 2 insertions, fémorale ou tibiale et d'autre part, les gestes de renforcement par des tendons voisins avec des plasties longitudinales respectant l'axe général et qui ont pour but de limiter la laxité en varus et en valgus, ou en faisant des plasties obliques dans chacun des compartiments, pour s'opposer à la rotation.

Au niveau du compartiment externe, nous ferons à l'avenir, de façon plus systématique, les 2 plasties décrites plus haut, l'une allant au Gerdy et l'autre doublant le poplité, afin de supprimer le ressaut antérolatéral et le ressaut inversé. La plastie au tendon quadricipital, comme dans le procédé de "Mac-Injones" [Lerat *et al.* (22, 23)] a un effet anti-ressaut efficace qui a été démontré dans les laxités chroniques antérieures de même qu'un effet durable sur la limitation du TACE [Lerat *et al.* (23, 33, 34, 35)]. Quand on fait ces deux plasties externes conjuguées, on renforce en plus la stabilité en varus car la résultante correspondant aux 2 faisceaux et se superpose presque au trajet du ligament latéral. Du côté externe il est possible de faire d'autres ligamentoplasties de renfort [(Lerat *et al.* (35)] en utilisant la bandelette ilio-tibiale de Maissiat (Lemaire) ou le procédé de Bousquet pour renforcer le poplité [(Servien *et al.* (36)]. Dans les grandes laxités en varus, on peut faire en plus une retension de l'insertion fémorale du ligament externe (opération classique d'Augustine reprise par Trillat) en déplaçant le bloc osseux comprenant l'insertion commune du poplité et du ligament collatéral et en le fixant plus haut sur le condyle avec une agrafe vissée. Ce geste n'est efficace que si les éléments cicatriciels sont suffisamment résistants pour être remis en tension.

La laxité des coques postérieures en cas de recurvatum est susceptible d'être améliorée par des gestes de retension proximale sur le fémur [(Lerat et Moyen (27))].

Au niveau du compartiment interne, rappelons les retensions classiques distales du ligament interne sur le tibia de type Mauck, ou de type O'Donoghue agissant sur la totalité des éléments capsulaires préalablement détachés du tibia et réinsérés par une série de fils trans-osseux. On peut préférer agir sur l'insertion haute du ligament interne sur le fémur qui se concentre sur une surface osseuse plus réduite (Nicholas ou Lengenhager).

C'est ce geste qui a eu notre préférence dans les cas où il y a un ligament distendu mais encore consistant. Dans ces cas, on détache un bloc osseux que l'on déplace vers le haut et que l'on fixe par une petite agrafe vissée. On peut aussi retendre le ligament en enfouissant l'os dans une cavité creusée au niveau de l'insertion anatomique, ce qui permet de préserver une meilleure isométrie aux fibres ainsi retendues. Le renforcement des formations internes est possible par un des tendons de la patte d'oie qui est dérivé à la manière classique de Helfet et suturé contre les fibres du ligament, ou à la manière de Lemaire par un tunnel dans le condyle interne ou de Neyret avec 2 tunnels, ou avec une partie du tendon du 3^{ème} adducteur selon Bousquet ou avec le tendon quadricipital ou une allogreffe [(Servien *et al.* (37))].

Dans quelle position doit-on tendre les ligaments et avec quelle force?

Au moment de fixer tous les transplants, il faut rechercher la position de réduction du tibia par rapport au fémur. Pour nous c'est en extension (surtout pas en hyper extension !) que l'on trouve cette position. Les ménisques constituent un repère précieux pour en juger. C'est surtout pour le compartiment externe qu'il y a des difficultés de repérage en raison de sa plus grande mobilité et à cet égard, la gouttière condylo-trochléenne est un bon repère anatomique, puisqu'en extension complète la partie antérieure du ménisque externe, poussée par le tibia, vient s'y enclaver. En cas de doute, on peut faire un contrôle radiographique et même, fixer temporairement le fémur et le tibia par une broche pendant la fixation des ligaments (solution que nous avons utilisé parfois pour des luxations récentes).

Nous commençons par fixer le LCP au condyle interne avec un fil métallique sur une vis et nous fixons ensuite le LCA dans le condyle externe. La tension n'est pas mesurée avec un dynamomètre mais elle est réglée progressivement par torsion du fil, jusqu'à la disparition du tiroir. Toutes les autres plasties sont fixées ensuite. Mariani *et al.* (10) tiennent compte du ménisque externe et du condyle externe et conseillent une fixation à 30° avec des vis d'interférence. Fanelli *et al.* (14-17) placent le genou à 70° de flexion et règlent le LCP d'abord puis le LCA. Wascher *et al.* (28) tendent en premier le LCP à 90° de flexion et puis le LCA à 20°. Une étude récente menée sur genou cadavérique par Markolf *et al.* (38) montre qu'il n'existe pas de position idéale pour le réglage du transplant et qu'il faut faire un compromis entre la correction de la laxité antéropostérieure et la tension appliquée au transplant. Colosimo *et al.* (29) préconisent de reconstruire 2 faisceaux pour le ligament croisé postérieur.

Les résultats fonctionnels

Évalués avec les cotations de Lysholm et IKDC les résultats étaient comparables d'une série à l'autre. Le score de Lysholm était de 86 en moyenne. Avec la cotation IKDC il y a rarement eu des genoux classés dans la catégorie A (genoux normaux), mais plutôt des genoux classés C et D (anormaux et très anormaux). Dans notre série, les résultats fonctionnels ont été jugés bons subjectivement par nos patients et le bénéfice apporté par l'opération a été

d'autant mieux perçu qu'ils ont été opérés à l'état chronique et qu'ils avaient pu juger l'état fonctionnel désastreux de leur genou avant l'opération (pendant des périodes de 5 mois à 15 ans. Pour Fanelli *et al.* (14-17), le score de Lysholm était de 91, les 35 genoux étaient stables mais aucun classé A. Pour Noyes *et al.* (9), aucun des 11 cas n'était classé A et 3 patients seulement ont repris le travail (limité). Pour Wascher *et al.* (28), le score de Lysholm était de 88 et aucun des 13 genoux n'a été classé A. Pour Mariani *et al.* (10), le score de Lysholm était entre 94 et 100 pour 10 genoux sur 15, le score IKDC était : 3 A, 7 B, 2 C, 1 D. 7 patients ont repris leur activité sans limites et 2 patients ont pu faire du sport de compétition. Pour Colosimo *et al.* (29), le score de Lysholm était de 88 et 10 opérés sur 11 ont repris leurs activités. Pour Capelli *et al.* (32), les résultats subjectifs des 10 opérés étaient jugés ainsi: 3 très satisfaits, 4 satisfaits, 1 déçu et 1 échec. Le score de Lysholm était de 77, le score IKDC : 7 C, 2D. Aucun n'a repris une activité sportive « pivot contact ».

Les résultats anatomiques de la reconstruction

La plupart des auteurs ont obtenu une correction moins bonne de la laxité postérieure que de l'antérieure.

L'évaluation arthrométrique (KT-1000) a été comparable et plutôt favorable dans toutes ces séries. Pour Fanelli *et al.* (14-17), le KT-1000 a montré une laxité différentielle de 2,7 mm pour le TP et 1 mm pour le TA. Pour Wascher *et al.* (28) le KT-1000 donnait : 4,6 mm à 20° et 5 mm à 70°. Pour Noyes *et al.* (9), Le KT-1000 à 20° de flexion était inférieur à 3 mm et à 70° de flexion il était de 3 mm dans 2 cas, supérieur à 6 mm dans 2 cas. Pour Colosimo *et al.* (29), le KT-1000 montrait une laxité différentielle de 2,6 mm.

La pratique des radiographies en stress n'a malheureusement pas été la règle. Trois auteurs seulement : Fanelli *et al.* (14-17), Mariani *et al.* (10) et Noyes *et al.* (9), ont utilisé des radiographies pour mesurer le tiroir postérieur. Ces auteurs ont noté que le tiroir radiographique était nettement supérieur aux valeurs arthrométriques et Noyes *et al.* (9) ont posé ouvertement la question de l'utilité de l'arthromètre, ce qui rejoint nos propres constatations et notre désaffection pour l'arthromètre dans les laxités combinées faute de pouvoir déterminer le point zéro comme en radiologie. Pour Fanelli *et al.* (14-17), le TP arthrométrique moyen était de 2,7 mm, alors que le TP radiologique était de 0 à 3 mm pour 11 cas sur 21, de 4 à 5 mm pour 5 cas et de 6 à 10 mm pour 4 cas. Pour Mariani *et al.* (10) qui ont mesuré, comme nous, la laxité sur les deux compartiments du genou, les mesures radiologiques différentielles montraient un TPCE de 5,8 mm et un TPCI de 7,3 mm. Ces évaluations arthrométriques et radiologiques sont à l'évidence discordantes pour le TP.

Quant au tiroir antérieur arthrométrique, il serait seulement de 1mm pour Noyes *et al.* (9), ce qui paraît très optimiste, mais malheureusement il n'y a pas eu de mesure radiologique. Pour Mariani *et al.* (10), le tiroir antérieur était de 3,3 mm (mesure faite au TELOS et sur le compartiment interne, probablement). Notons que l'on peut

faire des radiographies en stress avec un système à vis dynamométrique (TELOS) avec une force mesurée et connue (Stäubli *et al.* (39). Malheureusement, les rares auteurs à l'avoir utilisé n'ont mesuré que le tiroir postérieur, comme [Noyes *et al.* (9) et Capelli *et al.* (32)], alors que Mariani *et al.* (10) sont les seuls qui ont mesuré aussi le tiroir antérieur. Notons qu'avec cette méthode, le genou est « contraint » et qu'il n'est pas possible de mesurer une translation libre des compartiments interne et externe, comme avec la méthode utilisée ici [(Lerat *et al.* 4-7)]. Seules les mesures radiographiques permettent d'évaluer objectivement les résultats anatomiques et les résultats obtenus incitent alors à la modestie car nous obtenons en effet un gain moyen de 11 mm sur la laxité du compartiment interne et de 8 mm seulement sur la laxité externe.

Pour Fanelli *et al.* (14-17), c'est la stabilité postéro latérale et latérale qui a été la plus difficile à corriger, puisqu'elle est restée anormale dans 19 cas sur 25. Le valgus test à 30° était normal pour 7 cas traités par un geste interne et pour 7 des 8 cas traités avec une plastie de renforcement.

La conservation méniscale est primordiale pour l'avenir de ces genoux. C'est un gage de stabilité et aussi une protection des cartilages. Les sutures méniscales doivent être réalisées chaque fois que cela est possible, d'autant qu'elles sont facilitées par l'énorme laxité qui permet de faire bâiller ces genoux et de placer de nombreux points avant de tendre les plasties. Le recul de ces séries n'est pas assez important pour juger de l'évolution arthrosique.

Il y avait des lésions du nerf péronier contemporaines du traumatisme avec des séquelles définitives 3 fois, ce qui est fréquemment noté dans la littérature (Green *et al.* (40), Lipscomb et Anderson (11), Neyret *et al.* (1), Versier *et al.* (2), Mariani *et al.* (10), Shapiro *et al.* (13). Les résultats fonctionnels étaient pénalisés par le steppage qui a justifié pour nous 2 arthrodèses tibio astragaliennes et une fois une transposition tendineuse palliative.

L'indication d'une ostéotomie de valgisation

Elle est logique lorsqu'il y a déjà des lésions cartilagineuses du compartiment interne ou en présence d'une laxité externe et postéro externe associée à un genu varum. Dans le même temps que la reconstruction ligamentaire nous réalisons une ostéotomie d'ouverture interne avec un coin de substitut osseux et 2 agrafes, ce qui n'alourdit l'opération que de quelques minutes supplémentaires et apporte une excellente précision (fig 7). Quand le plan ligamentaire interne est stable, il est préférable de créer une hypercorrection en valgus de 2 ou 3 degrés, afin de protéger les ligaments externes fragiles, car ils risquent d'être trop sollicités et de se distendre en cas de genu varum. Par contre, il est préférable de ne pas dépasser la normo correction en cas de laxité interne associée, afin de ne pas risquer une décompensation interne. Le renforcement des haubans externes par la rééducation restera un objectif prioritaire.

La mobilisation précoce

Elle a été préconisée par tous les auteurs, sauf dans quel-

ques cas particuliers où les plasties étaient trop fragiles. Elle a été uniquement passive, sur attelle motorisée pendant plusieurs semaines en proscrivant tout travail actif des fléchisseurs du genou pour protéger le LCP. Noyes *et al.* (9), qui interdisent pourtant les contractions des ischio-jambiers pendant 12 semaines, déplorent néanmoins 2 ruptures du LCP survenues pour des cas chroniques. On peut faire sans risque un travail musculaire isométrique et des stimulations électriques. Tous les auteurs adoptent une protection par une gouttière en extension pendant plusieurs semaines en dehors des séances de mobilisation. L'appui sur le membre est possible à condition qu'il soit maintenu en extension par une attelle, mais Noyes *et al.* (9) n'autorisent qu'un appui contact pendant les 4 premières semaines. En cas d'ostéotomie associée, nous avons interdit l'appui.

Malgré la mobilisation précoce, la fibrose a entraîné de nombreux cas de raideur justifiant des mobilisations sous anesthésie générale (AG) ou des arthrolyses. Pour notre part, nous avons dû faire 2 mobilisations sous AG après 8 semaines qui ont apporté des gains appréciables en mobilité puisque ces genoux ont obtenu une flexion de 120° ou plus. Capelli *et al.* (32) signalent aussi 2 raideurs post-opératoires avec mobilisation sous AG, la flexion moyenne de la série était de 137° et il n'y avait pas de flexum. Pour Colosimo *et al.* (29), aucune manipulation sous AG n'a été nécessaire. La flexion sous AG après 8 semaines peut être dangereuse et il faut préférer alors une arthrolyse arthroscopique. Mariani *et al.* (10) ont fait une arthrolyse après 4 mois. La flexion moyenne de la série était de 118° sans flexum. Wascher *et al.* (28) ont fait 2 arthrolyses sur 13 cas et Shapiro *et al.* (13) ont fait 4 mobilisations sous AG et 2 arthrolyses sur 7 cas.

Les complications ont été rares

Mariani *et al.* (10) signalent une nécrose cutanée, mais pas de complication liée à leur double prélèvement tendineux. Noyes *et al.* (9) signalent un névrome saphène après une arthroscopie et 2 révisions pour rupture itérative du LCP. Capelli *et al.* (32) n'ont pas de complication. Fanelli *et al.* (14-17) ne parlent pas des complications post-opératoires.

Conclusion

Les études concernant la rupture ancienne des 2 ligaments croisés sont rares dans la littérature et la prise en charge n'est pas codifiée.

Il est possible de reconstruire séparément les 2 ligaments en utilisant les techniques classiques pour chacun d'eux. Les réparations des ligaments périphériques internes externes et des capsules postérieures doivent être réalisées en plus, au cas par cas, et elles nécessitent des voies d'abord combinées et de multiples prélèvements tendineux. Ces techniques sont difficiles et certains auteurs d'ailleurs ne reconstruisent pas les deux croisés ensemble mais ils choisissent d'en réparer un seul, ou les deux, mais dans deux temps différents.

Plutôt que de faire des reconstructions séparées des deux croisés comme cela est possible avec des techniques classiques, nous avons proposé une technique originale qui

été appliquée à des cas exceptionnels (25 cas entre 1983 et 2004) qui présentaient une laxité et une instabilité clinique majeures.

Les avantages se résument ainsi : une seule voie d'abord antérieure, un seul transplant provenant du système extenseur, la reconstitution simultanée et solide d'emblée des deux ligaments croisés qui permet une courte immobilisation avec une rééducation rapide.

Notre série est limitée à 25 cas seulement, mais elle a le mérite d'avoir plus de 20 ans de recul. Les résultats fonctionnels sont bons. Les résultats anatomiques sont moins satisfaisants montrant que l'on a réduit la laxité initiale radiographique de 50% seulement.

On peut améliorer les résultats en optimisant les tunnels, en sécurisant la fixation, en faisant 2 faisceaux au LCP au lieu d'un seul et en multipliant les gestes périphériques à la demande.

Les prélèvements des tendons représentent un inconvénient qui peut être évité par l'utilisation des allogreffes et les techniques arthroscopiques récemment développées sont une alternative intéressante qu'il faudra évaluer.

La pratique de radiographies dynamiques dans tous les plans apporte une compréhension meilleure de la laxité ligamentaire et permet de faire une classification et d'envisager des ligamentoplasties diverses mieux adaptées à chaque cas.

Références

1. NEYRET P, RONGIERAS F, VERSIER G, AÏT SI SELMI T et « the ESSKA Symposium » Physiopathologie, mécanismes et classifications des lésions bicroisées. 10^{ème} Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou. Sauramps Médical, Montpellier, 2002, 375-386.
2. VERSIER G, MARCHALAND JP, BURES C, RONGIERAS F, NEYRET P : Lésions bicroisées : analyse critique d'une série multicentrique de l'ESSKA. 10^{ème} Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou. Sauramps Médical, 2002, 397-409.
3. SHELBOURNE KD, CARR DR: Combined anterior and posterior cruciate and medial collateral ligament injury: non surgical treatment and delayed surgical treatment. Instr Course Lect, 2003; 52: 413-418
4. LERAT JL, MOYEN B, DUPRE-LATOUR L, MAINETTI E, LALAIN JJ, BRUNET-GUEDJ E: Measurement of laxities by stress radiography and by KT-1000 arthrometer. (European Society of Knee Surgery and Arthroscopy. Basel, Switzerland, Sept. 1986). In: Surgery and Arthroscopy of the Knee, Edited by MÜLLER M and HACKENBRUCH W, Springer-Verlag, 1988, 85-90.
5. LERAT JL, MANDRINO A, MOYEN B, JENNY JY, BESSE JL : Mesure des laxités antérieures du genou par radiographies dynamiques et par l'arthromètre KT-1000. Rev Chir Orthop, 1992, suppl n° 1, 78, 1.
6. LERAT JL, MOYEN B: Pre-operative evaluation of anterior knee laxity by dynamic radiographs. In KNEE SURGERY - Current practice, AICHROTH P, CANNON DW, PATEL DV, Ed. Martin Dunitz, London, 1992, 164-165.
7. LERAT JL, MOYEN B, CLADIÈRE F, BESSE JL, ABIDI H: Knee instability after injury to the anterior cruciate ligament. Quantification of the Lachman test. J Bone Joint Surg (Br), 2000; 2: 42-47.
8. OHKOSHI Y, NAGASAKI S, SHIBATA N, YAMAMOTO K, HASHIMOTO T, YAMANE S: Two-stage reconstruction with autografts for knee dislocations. Clin Orthop, 2002; 398: 169-175.
9. NOYES FR, BARBER-WESTIN: Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Use of early protected postoperative motion to decrease arthrofibrosis. Am J Sports Med, 1997; 25, 6: 769-778.

10. MARIANI PP, MARGHERITINI F, CAMILLIERI G: One-Stage arthroscopically assisted anterior and posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2001; 17, 7: 700-707.
11. LIPSCOMB AB, ANDERSON AF: Surgical reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. *Am J Knee Surg*, 1990; 3: 29-40.
12. CLANCY WG, SMITH L: Arthroscopic anterior and posterior cruciate ligament reconstruction technique. *Ann Chir Gynaecol*, 1991; 80: 141-148.
13. SHAPIRO MS, FREEDMAN EL: Allograft reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after traumatic knee dislocation. *Am J Sports Med*, 1995; 23, 5: 580-587.
14. FANELLI GC, GIANNOTTI BF, EDSON CJ: Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 1996; 12: 5-14.
15. FANELLI GC: Treatment of combined anterior cruciate ligament-posterior cruciate ligament-lateral side injuries of the knee. *Clin Sport Med*, 2000; 19, 3: 493-502.
16. FANELLI GC, EDSON CJ: Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the multiple ligament injured knee: 2 to 10 year follow-up. *Arthroscopy*, 2002; 18, 7: 703-714.
17. FANELLI GC: Evaluation and treatment of the multiple ligament injured knee. Instructional course 102. *Arthroscopy*, 2003; 19, 10: 30-37.
18. HARA K, KUBO T, SHIMIZU C, SUGINOSHITA T, MINAMI G,HIRASAWA Y : A new arthroscopic method for reconstructing the anterior and posterior cruciate ligaments using a single-incision technique. Simultaneous grafting of the autogenous semitendinosus and patellar tendon. *Arthroscopy*, 1999; 15, 8: 871-876.
19. LERAT JL, DUPRE-LATOURL : Nouvelle technique de remplacement des deux ligaments croisés par un transplant unique provenant du système extenseur. Film Vidéo présenté au 58^{ème} congrès de la SOFCOT. (Nov. 1983, Paris).
20. LERAT JL, DUPRE-LATOURL, TARQUINI C, DUMONT P : Remplacement des deux ligaments croisés avec un transplant unique provenant du système extenseur. Ligamentoplastie quadricipitale bicroisée. *Rev Chir Orthop*, 1986; 72: 223-226.
21. LERAT JL, DUPRE-LATOURL, TARQUINI C, DUMONT P: Replacement of two cruciate ligaments with a single transplant derived from the extensor apparatus (crossed quadriceps plasty). First Congress of European Society of knee Surgery and Arthroscopy, Berlin Avril 1984. In : *Surgery and arthroscopy of the knee*. Edited by E-L TRICKEY and P. HERTEL, Springer-Verlag, Berlin, 1986, 203-208.
22. LERAT JL : L'opération de « Mac InJones » de JL Lerat. Reconstruction des deux ligaments croisés avec une greffe libre de tendon rotulien « Plastie bicroisée » de JL Lerat. In : *ATLAS DE CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE, Membre inférieur. Tome 3*, ROY-CAMILLE R, LAURIN C, RILEY LH : Masson, 1992. 413-444. Éditions française et américaine.
23. LERAT JL, CHOTEL F, BESSE JL, MOYEN B, BINET G, CRAVIARI T, BRUNET-GUEDJ E, ADELEINE P, NEMOZ JC : 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. À propos de 138 cas. *Rev Chir Orthop*, 1998 ; 84 : 712-729.
24. LERAT JL, BESSE JL, VINCENT P, BONTEMPS S, LIMOUZY F, MOYEN B, BRUNET-GUEDJ E : Les séquelles survenant au niveau du système extenseur après le prélèvement d'un transplant pour intervention de type "Mac InJones" *Rev Chir Orthop*, 1995 ; 81 404-410.
25. MOYEN B, DEPREY F, JENNY JY, BIANCARELLI P, LERAT JL : The sequelae resulting from extensor muscle graft for anterior cruciate reconstruction. *Clin Sport Med*, 1990; 2:149-154
26. LERAT JL, TRILLAT A, DEJOUR H : Les problèmes posés par les ruptures ligamentaires externes du genou fraîches et anciennes. *Rev Chir Orthop*, 1978; 64: 221-246.
27. LERAT JL, MOYEN B : Genu recurvatum. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale* (Paris) 1990, 14327 A 10-5.
28. WASCHER DC, BECHER JR, DEXTER JG, BLEVINS RPT: Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Results using fresh-frozen nonirradiated allografts. *Am J Sports Med*, 1999; 27, 2:189-196.
29. COLOSIMO AJ, CAROLL PF, HAID RS, CARLONAS RL: Simultaneous ACL and PCL reconstruction. *Journal of Knee Surgery*, 2003; 16, 4, 191-196.
30. MARTINEK V STEINBACHER G, FRIEDERICH NF, MULLER WE: Operative treatment of combined anterior and posterior cruciate ligament injuries in complex knee trauma: can be the cruciate ligaments be preserved? *Am J Knee Surg*, 2000; 13(2) : 74-82.
31. HARNER CD, FU FH, IRGANG JJ, VOGRIN TM: Anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the new millennium: a global perspective. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*, 2001; 9: 330-336.
32. CAPELLI M, LETENNEUR J, GAUDIOT V, SONNARD A, SOUBIGOU L, BROSSARD D. Reconstruction des ligaments croisés antérieur et postérieur au stade chronique selon la technique de Lerat. A propos de 10 cas. A paraître dans *Annales Orthop Ouest*. Juin 2005
33. LERAT JL, MOYEN B, MANDRINO A, BESSE JL, BRUNET-GUEDJ E: Étude prospective de l'évolution de la laxité antérieure du genou après reconstruction du ligament croisé antérieur par deux procédés utilisant différemment le tendon rotulien. *Rev Chir Orthop*, 1997 ; 83: 217-228.
34. LERAT JL, MANDRINO A, BESSE JL, MOYEN B, BRUNET-GUEDJ E: Influence d'une ligamentoplastie extra-articulaire externe sur les résultats de la reconstruction du ligament croisé antérieur avec le tendon rotulien avec 4 ans de recul. *Rev Chir Orthop*, 1997 ; 83 : 591-601.
35. LERAT JL, B MOYEN, CLADIÈRE F, BENAREAU I, BESSE JL : Plasties extra-articulaires antéroexternes et reconstruction du ligament croisé antérieur. Conférences d'enseignement de la SOFCOT. Ligaments croisés du genou. Sous la direction de NEYRET P, Elsevier, 2004 ; 86 : 78-90.
36. SERVIEN E, BUSSIÈRE C, AÏT SI SELMI T, NEYRET P : Reconstructions du plan externe. Conférences d'enseignement de la SOFCOT. Ligaments croisés du genou. Sous la direction de NEYRET P, Elsevier, 2004 ; 86 : 71-78
37. SERVIEN E, BUSSIÈRE C, AÏT SI SELMI T, NEYRET P : Lésions collatérales médiales et lésions du ligament croisé antérieur. Conférences d'enseignement de la SOFCOT. Ligaments croisés du genou. Sous la direction de NEYRET P, Elsevier, 2004 ; 86 : 62-71.
38. MARKOLF KL, O'NEILL G, JACKSON SR, Mc ALLISTER DR: Reconstruction of knees with combined cruciate deficiencies: a biomechanical study. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2003; 9: 1768-74.
39. STÄUBLI HU, NOESBERGER B, JAKOB RP : Stressradiography of the knee. Cruciate ligament function studied in 138 patients. *Acta Orthop Scand*, 1992; suppl 249, 63: 1-27.
40. GREEN NE, ALLEN BL: Vascular injuries associated with dislocation of the knee: *J Bone Joint Surg (Am)*, 1997; 59: 236-239.