

Université de Montréal

**Évaluation de la reconstruction des ligaments
croisés post luxation aiguë du genou avec
l'utilisation des ligaments synthétiques**

par

Eros De Oliveira Junior

Études Supérieures, Sciences Biomédicales
Faculté de Médecine

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Ph.D.
en Sciences Biomédicales

Juin 2012

© Eros De Oliveira Junior, 2012

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

Évaluation de la reconstruction des ligaments croisés post luxation
aiguë du genou avec l'utilisation des ligaments synthétiques

présentée par :

Eros De Oliveira Junior

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

François Desmeules, président-rapporteur

Julio C. Fernandes, directeur de recherche

Éric Beaumont, membre du jury

François Cabana, examinateur externe

Résumé

La luxation du genou, bien que très rare, demeure une blessure dévastatrice car elle entraîne de multiples complications en raison de la nature complexe du traumatisme associé à cette lésion. La luxation peut résulter d'un traumatisme à haute ou basse énergie. Les blessures sévères aux ligaments et aux structures associées donnent à la luxation du genou un potentiel élevé d'atteinte fonctionnelle. Le traitement conservateur, qui était considéré comme acceptable auparavant, est maintenant réservé à un très faible pourcentage de patients. La reconstruction chirurgicale est maintenant préconisée dans la plupart des cas, mais de nombreuses options existent et le traitement chirurgical optimal à préconiser reste controversé. Certains chirurgiens recommandent la reconstruction complète de tous les ligaments endommagés le plus tôt possible, tandis que d'autres, craignant l'établissement d'arthrofibrose, limitent l'intervention chirurgicale immédiate à la reconstruction du ligament croisé postérieur et de l'angle postéro-externe. En raison des multiples structures endommagées lors d'une luxation du genou, les chirurgiens utilisent couramment la combinaison des autogreffes et des allogreffes pour compléter la reconstruction ligamentaire. Les complications associées au prélèvement de la greffe, l'allongement de la greffe, l'affaiblissement précoce du greffon ainsi que les risques de transmission de maladies ont poussé les chirurgiens à rechercher

différentes options d'intervention. L'utilisation de matériaux synthétiques pour le remplacement du ligament lésé a été proposée dans les années '80. Après une première vague d'enthousiasme, les résultats décevants à long terme et les taux élevés d'échec ont diminué sa popularité. Depuis lors, une nouvelle génération de ligaments artificiels a vu le jour et parmi eux, le Ligament Advanced Reinforced System (LARS) a montré des résultats prometteurs. Il a été utilisé récemment dans les reconstructions isolées du ligament croisé antérieur et du ligament croisé postérieur pour lesquelles il a montré de bons résultats à court et moyen termes.

Le but de cette étude rétrospective était d'évaluer la fonction et la stabilité du genou après la luxation aiguë suivant la reconstruction des ligaments croisés avec le ligament artificiel de type LARS. Cette étude a évalué 71 patients présentant une luxation du genou et qui ont subi une chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur et du ligament croisé postérieur à l'aide du ligament LARS. Suite à la chirurgie le même protocole intensif de réadaptation a été suivi pour tous les patients, où la mise en charge progressive était permise après une période d'environ 6 semaines pendant laquelle la force musculaire et la stabilité dynamique se rétablissaient. Les outils d'évaluation utilisés étaient le score Lysholm, le formulaire de «l'International Knee Documentation Committee», le «Short Form-36», les tests cliniques de stabilité du genou, l'amplitude de mouvement articulaire à l'aide d'un goniomètre et la radiographie en stress Telos à 30° et 90° de flexion du genou. Le même

protocole d'évaluation a été appliqué au genou controlatéral pour des fins de comparaison. Les résultats subjectifs et objectifs de cette étude sont satisfaisants et suggèrent que la réparation et la reconstruction combinées avec ligaments LARS est une alternative valable pour le traitement des luxations aiguës du genou. Ces résultats démontrent que ces interventions produisent des effets durables en termes d'amélioration de la fonction et révèlent la durabilité à long terme des ligaments artificiels LARS. Les patients sont à la fois plus autonomes et plus satisfaits avec le temps, même si la luxation du genou est considérée comme une catastrophe au moment où elle se produit. Des études prospectives randomisées sont maintenant nécessaires afin de comparer la sélection de la greffe et le délai de reconstruction chirurgicale.

Mots-clés : luxation du genou, reconstruction, ligament croisé antérieur, ligament croisé postérieur, ligament artificiel.

Abstract

Knee dislocation, although very rare, remains a devastating injury with many complications because of the complex nature of this trauma. This uncommon injury can result from either a high or low energy trauma. The severe damage to the knee's ligaments and associated structures render this injury at high potential for functional impairment. Non operative treatment which was once deemed acceptable, is now reserved for very low demand patients. Surgical reconstruction is now the standard of care for most patients, however many options exist but the optimal surgical treatment remains controversial. Some surgeons advocate early complete reconstruction of all damaged ligaments, whereas others who fear arthrofibrosis, limit the immediate surgery to reconstruction of the posterior cruciate ligament and the posterolateral corner. Because of the multiple structures damaged by knee dislocations, surgeons have been successfully using combinations of autografts and allografts for complete knee ligament reconstruction. Complications associated with graft harvesting, graft elongation and early weakness as well as risks for disease transmission has pushed surgeons to look for different options. The use of synthetic material for ligament replacement was proposed in the 1980's. After an initial wave of enthusiasm, poor long term results and high rates of failure diminished its popularity. Since then, a new generation of artificial ligaments has emerged, the Ligament Advanced Reinforced System (LARS) has shown promising results. It recently has been used in isolated

anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament reconstruction and has shown good short to medium term results. The purpose of this retrospective study was to evaluate the knee function and stability after acute knee dislocation reconstructed with LARS artificial ligaments. This study assessed the results of 71 patients with knee dislocations who underwent acute combined repair and reconstruction of anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament using LARS artificial ligaments. After the surgery all patients followed the same intensive rehabilitation protocol. Progressive weight bearing was permitted over 6 weeks as muscle strength and dynamic stability were regained. The outcome measures used were the Lysholm score, the International Knee Documentation Committee form, the Short Form-36, clinical knee stability testing, a goniometer to measure the range of motion and Telos stress radiography at 30° and 90° of knee flexion. The non-operated knee of the patient was used as a baseline for the operated knee. The subjective and objective findings from this study are satisfactory and suggest that acute combined repair and reconstruction with LARS ligaments is a valid alternative for treating acute knee dislocations. These findings demonstrate sustained results in terms of function and revealed durability of LARS artificial ligaments at long-term. Patients seem to get more autonomous and satisfied with time even though acute knee dislocation is seen as a catastrophe when it happens. Randomised, prospective trials are now needed to compare graft selection and timing of the surgical reconstruction.

Key words: knee dislocation, reconstruction, posterior cruciate ligament, anterior cruciate ligament, artificial ligament.

Table des matières

Résumé	iii
Abstract.....	vi
Liste des tableaux	xi
Liste des figures.....	xii
Liste des sigles et des abréviations	xiii
Remerciements	xv
Chapitre I.....	1
Introduction.....	1
1.1 L'anatomie du genou	7
1.1.1 Surfaces articulaires.....	7
1.1.2 Les ménisques.....	9
1.1.3 La capsule articulaire.....	10
1.1.4 Les ligaments.....	11
1.1.4.1 Ligaments collatéraux.....	13
1.1.4.2 Le ligament croisé antérieur	14
1.1.4.3 Le ligament croisé postérieur.....	16
1.1.5 Les structures périphériques	18
Chapitre II.....	21
Problématique et but de l'étude	21
2.1 Problématique	21
2.2 But de l'étude.....	27
2.2.1 Objectifs spécifiques.....	28
2.3 Hypothèses générales.....	29
2.4 Pertinence de l'étude.....	30
Chapitre III.....	33
Recension des écrits.....	33
3.1 Luxations du genou.....	33
3.1.1 Luxation antérieure.....	36
3.1.2 Luxation postérieure	37
3.1.3 Luxation externe et interne	38
3.1.4 La prise en charge d'une luxation du genou.....	39
3.2 La reconstruction ligamentaire	41
3.2.1 La reconstruction ligamentaire avec autogreffes.....	43
3.2.2 La reconstruction ligamentaire avec allogreffes.....	46
3.2.3 La reconstruction ligamentaire avec ligaments synthétiques	47
3.2.3.1 Le ligament artificiel de type LARS.....	51
3.2.3.2 La greffe de ligament artificiel de type LARS.....	53
3.2.3.3 Indications	58
3.2.3.4 L'utilisation du ligament	58
3.2.4 Reconstruction du LCA.....	60
3.2.5 Reconstruction du LCP.....	62

3.3	L'évaluation du patient	63
3.3.1	L'évaluation subjective du genou	64
3.3.1.1	L'échelle de Lysholm	66
3.3.1.2	«International Knee Documentation Committee» form	69
3.3.2	L'évaluation clinique	71
3.3.2.1	L'évaluation de l'amplitude articulaire	72
3.3.2.2	L'évaluation de la laxité	75
3.3.3	L'évaluation de la qualité de vie	78
3.3.3.1	Le questionnaire «Short Form-36» (SF-36)	80
Chapitre IV		85
Approche Méthodologique		85
4.1	Design	85
4.2	Considérations éthiques	86
4.3	Aperçu du traitement chirurgical	88
4.4	La phase de réadaptation	89
4.5	L'évaluation des patients	91
4.5.1	L'évaluation clinique et radiologique	91
4.5.2	Les questionnaires subjectifs	93
4.5.3	Variables à l'étude	93
4.6	Population de l'étude	95
4.6.1	Critères d'inclusion	95
4.6.2	Critères d'exclusion	95
4.7	Gestion des données et analyses statistiques	96
4.7.1	Description de la population	96
4.7.2	Analyses statistiques	96
Chapitre V		98
Situation des articles dans la thèse		98
Chapitre VI		102
Résultats sous la forme d'articles		102
6.1	Article I: Acute Knee Dislocation: 2 and 7 Year Follow-ups after Reconstruction of ACL and PCL Using Artificial Ligaments.....	102
6.1.1	Contribution des auteurs dans l'article	102
	Abstract.....	103
	Introduction.....	105
	Material and Methods	107
	Results	110
	Discussion.....	114
	Conclusion	121
	Reference	123
6.2	Article II: Evaluation of reconstructive surgery using artificial ligaments in 71 acute knee dislocations.....	128
6.2.1	Contribution des auteurs dans l'article	128
	Abstract.....	129
	Introduction.....	130
	Patients and methods	132

Results	135
Complications	139
Discussion.....	139
Reference	143
6.3 Article III: Posterior cruciate ligament reconstruction after acute knee dislocation using artificial ligaments: outcomes comparisons between single and double-bundle techniques	148
6.3.1 Contribution des auteurs dans l'article	148
Abstract.....	149
Introduction.....	151
Material and methods	152
Results	155
Discussion.....	158
Conclusion	166
Reference	168
Chapitre VII.....	173
Discussion Générale	173
7.1 La qualité de vie.....	174
7.2 La capacité fonctionnelle	176
7.3 La raideur postopératoire	179
7.4 La laxité	184
7.4.1 L'évaluation de la laxité	187
7.5 La reconstruction du LCP	191
7.6 Les lésions associées.....	194
7.7 Forces et faiblesses de l'étude.....	197
7.8 Conclusion	199
Références.....	201
Annexe A.....	I
Comité d'éthique	I
Annexe B	III
Formulaire d'information et de consentement.....	III
Annexe C	XII
Formulaire d'évaluation clinique.....	XII
Annexe D.....	XV
Questionnaire Lysholm.....	XV
Annexe E	XVII
Questionnaire IKDC 2000	XVII
Annexe F.....	XXI
Questionnaire Short-Form 36 (SF-36).....	XXI
Annexe G.....	XXV
Questionnaire d'activité Tegner	XXV
Annexe H.....	XXVII
Score fonctionnelle de Meyers	XXVII

Liste des tableaux

Tableau I: Variables et instruments de mesure.....	94
Article I	
Table I: Mean of ROM in flexion.....	113
Table II: Mean of ROM in extension	113
Table III: Laxity for ACL and PCL.....	114
Article II	
Tableau I: Knee stability	137
Tableau II: Knee function for knee dislocation with all four ligaments ruptured vs two or three ligaments ruptured.....	138
Tableau III: Knee function scores for knee dislocations in high-energy trauma vs low- energy trauma	138
Article III	
Table I: Patients and percentages of knee dislocation injuries.....	156
Table II: Demographic data.....	156
Table III: Lysholm and SF-36 scores	157
Table IV: Flexion and extension ROM.	158

Liste des figures

Figure 01: Vue antérieure des condyles fémoraux du genou gauche	08
Figure 02: Ménisques latéral et médial du genou droit: A) Vue antérieure; B) Vue supérieure.....	10
Figure 03: Vue antérieure des ligaments collatéraux interne et externe du genou droit	14
Figure 04: Ligaments croisés du genou droit: A) Vue antérieure; B) Vue postérieure.....	18
Figure 05: A) Luxation antérieure du genou; B) Luxation postérieure du genou	38
Figure 06: Portion intra-articulaire et intra-osseuse du LARS	51
Figure 07: Les ligaments LARS	54
Figure 08: A) L'appareil KT-1000; B) Mesure de la laxité	78
Figure 09: A) L'appareil Telos; B) Mesure de la laxité	78
 Article I	
Figure 01: Grade of differential laxity for ACL and PCL.....	111
Figure 02: Average SF-36 scores and standard deviation at the 7 years follow up	111
 Article III	
Figure 01: Average differential laxities in 30° and 90° knee flexion.....	157

Liste des sigles et des abréviations

AL :	antérolatérale
AOSSM :	« <i>American Orthopedic Society for Sports Medecine</i> »
BPTB :	« <i>bone-patellar tendon-bone</i> »
ESSKA :	« <i>European Society for Sports traumatology Knee Arthroscopy</i> »
ICC :	« <i>intraclass correlation coefficient</i> »
IKDC :	« <i>International Knee Documentation Committee</i> »
KOOS :	« <i>Knne Osteoarthritis Outcome Score</i> »
LAD :	« <i>Ligament Augmentation Device</i> »
LARS :	« <i>Ligament Advanced Reinforcement System</i> »
LCA :	ligament croisé antérieur
LCE :	ligament collatéral externe
LCI :	ligament collatéral interne
LCP :	ligament croisé postérieur
LG :	luxation du genou
N :	Newton
mm :	millimètre
PAPE :	point d'angle postéro-externe
PAPI :	point d'angle postéro-interne
PM :	postéromédiale
ROM :	« <i>range of motion</i> »
SERCOVAM :	Société d'Études et de Recherches sur le Comportement et Vieillessement Accéléré des Matériaux
SF-36 :	Short Form - 36
URDC :	Unité de Recherche et Développement en Cytoculture

*"Le bonheur n'est pas un gros diamant,
c'est une mosaïque de petites pierres
harmonieusement rangées".*

Alphonse Karr

Remerciements

Je tiens à remercier mon épouse, Fabiana Dias Antunes pour ces années de compréhension, de privations, d'efforts communs et pour le soutien indéfectible à l'égard de mes travaux comme de la vie en général. En plus de me supporter dans des conditions «normales», ce qui n'est déjà pas une mince affaire, j'admets. Merci d'être là tous les jours et de m'avoir tenu la main jusqu'aux dernières lignes de cette thèse. Notre couple a grandi en même temps que mon projet scientifique, le premier servant de socle solide à l'épanouissement du second.

À Dr. Julio Fernandes pour avoir été un mentor exemplaire dans le droit chemin de la recherche et par la confiance dont il a su me témoigner.

À Dr. Pierre Ranger pour concéder tous ses patients de luxation du genou, pour son enthousiasme communicatif de toujours et ses encouragements.

À Joseph-Omer Dyer, qui, avec toutes les années d'amitié, m'a appris à inoculer le virus de l'écriture.

À tous les patients qui ont accepté de participer à ce projet et à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont rendu cet ouvrage possible.

Merci infiniment à vous tous!!

Chapitre I

Introduction

Articulation qui appartient au membre inférieur, le genou joue un rôle très important lors de la locomotion. En plus, il a été constaté que le genou joue un rôle primordial dans l'absorption des charges dynamiques résultant des chocs produits au niveau des os du pied lors de la marche (Jans *et al.*, 1988). Les patrons cinématiques réels du genou dépendent de la combinaison de ses caractéristiques passives du mouvement et des charges externes (Blankevoort *et al.*, 1988). Les premières sont déterminées par les contraintes ligamentaires et osseuses tandis que les secondes dépendent des activités musculaires et des forces externes telles que la force de gravité, les résistances (l'air ou l'eau) et la réaction du sol (Chao *et al.*, 1980).

Parmi la chaîne cinématique formée par le système locomoteur, l'articulation du genou est la plus vulnérable en raison des tensions auxquelles elle est assujettie (Fu *et al.*, 1994). Quotidiennement, l'être humain effectue des activités physiques telles que la marche. Durant ces activités la masse corporelle est transmise au membre inférieur et le genou travaille contre la force de gravité terrestre (Blankevoort *et al.*, 1988). Dans certains cas pathologiques structurels qui n'ont pas reçu un traitement approprié, comme les déchirures

des ligaments croisés du genou, le travail du genou peut être compromis et les altérations structurelles entraînent des déviations squelettiques des membres inférieurs et des douleurs (Blankevoort *et al.*, 1991).

Les ligaments sont des tissus fibreux qui maintiennent la coaptation articulaire (Viidik, 1996). Leur propriété mécanique assure une stabilité passive et leur propriété neurologique informe le système nerveux de la position, de la vitesse et de l'accélération de l'articulation pour susciter une stabilisation dynamique via les muscles (Frank & Jackson, 1997). La proportion et la valeur de la contribution neuromusculaire des ligaments à la stabilité font actuellement l'objet de nombreuses recherches. Peu de sujets en chirurgie orthopédique contemporaine ont soulevé autant de controverse et d'opinions divergentes que la reconstruction optimale des ligaments croisés du genou. Au cours des 20 dernières années les publications des articles et des livres sur ce sujet ont eu aussi une véritable explosion. Le rôle de stabilisateur passif des ligaments croisés est celui qui nous intéresse plus particulièrement puisque c'est la stabilisation passive que l'ont tente de rétablir par le remplacement ligamentaire à l'aide d'une greffe. La stabilisation passive s'effectue lorsque des charges externes sont appliquées au genou. Les structures compensatoires (muscles et autres ligaments du genou) seraient sollicitées pour supporter le chargement du genou (Beynon & Fleming, 1998). Ce serait seulement lors de mouvements inusités et rapides, lorsque les structures compensatoires ne peuvent pas entrer

en action que les ligaments seraient soumis à des forces approchant leur résistance à la rupture (Beynnon & Fleming, 1998).

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) peut mener à des instabilités symptomatiques qui augmentent le risque de blessures récurrentes, de déchirures méniscales et d'ostéarthrose (Machotka *et al.*, 2010; Gillquist, 1993). C'est pourquoi, la reconstruction de ces structures est recommandée chez des patients jeunes et actifs, qui participent à des sports de haut niveau ou qui ont un métier impliquant un chargement constant de leurs genoux (Frank & Jackson, 1997). L'incidence de blessures du ligament croisé postérieur (LCP) est plus faible et constitue vraisemblablement 3% des ruptures ligamentaires (Friederich *et al.*, 1995). Ce type de blessure semble de plus provoquer moins de symptômes à court terme mais des auteurs ont souligné que le pronostic à long terme pouvait également être mauvais (Shen *et al.*, 2010). La rupture du LCP peut être isolée ou combinée à la rupture des autres ligaments. Lorsqu'elle est combinée à la rupture des structures du coin postéro-externe, les conséquences sur la stabilité du genou sont désastreuses (Apsingi *et al.*, 2008). La reconstruction combinée du LCP et du coin postéro-externe est alors fortement recommandée. Lobenhoffer *et al.* (1996) définissent l'adaptation après une rupture non traitée de façon suivante: d'abord, le patient encoure une phase d'adaptation fonctionnelle qui peut durer 3 à 12 mois : ensuite a lieu une phase de tolérance fonctionnelle qui peut durer jusqu'à 20 ans, selon le niveau d'activités du patient, et enfin une phase de décompensation ostéoarthritique se

met en place. C'est pourquoi de plus en plus d'auteurs recommandent la reconstruction chirurgicale de cette structure.

Les déchirures ligamentaires du genou lors d'une luxation peuvent survenir suite à un traumatisme à haute ou à basse énergie. Le genou est généralement considéré comme étant luxé dans les cas d'instabilité multidirectionnelle ou lorsque de multiples blessures ligamentaires sont présentes (Danowski & Chanussot, 2005). Cependant, la luxation du genou est formellement définie comme étant la perte de contact entre les surfaces articulaires du fémur et du tibia (Eranki *et al.*, 2010; Brautigan & Johnson, 2000). Ces incidents surviennent principalement au cours de la 3^{ème} et 4^{ème} décennie de vie et l'étiologie dominante est représentée par les traumatismes violents à haute énergie (Howells *et al.*, 2011; Engebretsen *et al.*, 2009). Les déchirures des ligaments lors des luxations du genou sont des blessures extrêmement complexes qui nécessitent une attention particulière. Plusieurs complications et incapacités fonctionnelles peuvent découler de ce type de blessure (Peskun *et al.*, 2010), le traitement chirurgical est donc préconisé. L'avancement des connaissances scientifiques a déjà permis une grande évolution dans la compréhension des mécanismes impliqués dans les déficits consécutifs à une luxation du genou. Cependant, plusieurs aspects restent encore à être dévoilés. Bien que plusieurs techniques de reconstruction existent, il n'y a aucun consensus sur le traitement à préconiser dans la communauté orthopédique.

Le traitement de la luxation du genou consiste, en partie, en une réparation de plusieurs structures dont le LCA et le LCP (Hirschmann *et al.*, 2010). Avec les progrès de la chirurgie ligamentaire, la voie chirurgicale s'est alors élargie aux techniques de reconstruction par autogreffes (utilisation d'un tendon du même patient) (Eranki *et al.*, 2010; Shelbourne & Klotzky, 2000; Yeh *et al.*, 1999), par allogreffes (utilisation d'un tendon d'autre individu) (Fanelli *et al.*, 2011; Noyes & Barber-Westin, 1997a; Shapiro & Freedman, 1995) ou par ligaments synthétiques (artificiels) (Machotka *et al.*, 2010; Laboureau, 2001; Cazenave *et al.*, 1994). L'emploi du ligament synthétique est apparu comme une méthode alternative aux greffes autogènes. En effet, le ligament artificiel permet de diminuer la morbidité potentielle liée au prélèvement du greffon au niveau de l'appareil extenseur, de minimiser les voies chirurgicales, de réduire le temps de récupération fonctionnelle postopératoire et de retourner plus rapidement aux activités sportives (Legnani *et al.*, 2010; Machotka *et al.*, 2010; Mascarenhas & MacDonald, 2008). Ainsi, plusieurs manufacturiers se sont donnés pour objectif de développer une prothèse ligamentaire dans le but de traiter l'instabilité du genou. Ces dernières années ont été marquées par une croissance considérable des activités de recherche relatives à cette problématique.

Actuellement, les ligaments artificiels, comme le Ligament Advanced Reinforcement System (LARS), ont fait des progrès considérables. Les ligaments artificiels LARS sont fabriqués en fibres polyester haute ténacité

(polyéthylène téréphtalate). Une émulsion de corps gras (enzymes) est incorporée lors du cardage et du filage des brins de polyester constituant la fibre synthétique. Cette émulsion peut provoquer des réactions pathologiques, il y est donc essentiel de nettoyer les ligaments selon un procédé connu sous le nom de désensimage. D'un point de vue biologique, la qualité contrôlée du désensimage et du nettoyage des fibres a totalement fait disparaître les fameuses synovites aiguës (Trieb *et al.*, 2004). Au niveau mécanique, le ligament LARS résiste à plusieurs dizaines de millions de cycles de tests de fatigue combinant traction, flexion et torsion. En particulier, la résistance aux efforts de torsion avec des ligaments à fibres libres, orientées différemment selon qu'il s'agit du genou droit ou gauche, laisse présumer une espérance de vie de loin supérieure à celle des premiers ligaments (Huang *et al.*, 2010; Laboureau, 2001).

Présentement plusieurs traitements sont préconisés pour la reconstruction des ligaments croisés lors d'une luxation. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a, à ce jour, évalué et comparé à long terme la reconstruction du LCA et LCP au moyen de l'implant LARS en post luxations aiguës du genou. Cette lacune au niveau de la littérature, soulève plusieurs questions quant à l'utilisation du ligament LARS en lien avec sa stabilité, sa durabilité, et l'état fonctionnel du genou après la chirurgie à court et à long terme. De plus, des questionnements sont soulevés en ce qui a trait à la qualité de vie et à la satisfaction des patients après la chirurgie, ainsi qu'aux types de

reconstruction qui devraient être préconisés pour le LCP, soit la reconstruction à un faisceau ou la reconstruction à deux faisceaux.

1.1 L'anatomie du genou

L'articulation du genou est la plus volumineuse du corps humain et aussi une des plus complexes. Le genou est, en fait, composé de deux articulations, soit la tibio-fémorale et la fémoro-patellaire. De par son anatomie, le genou possède six degrés de liberté de mouvement, avec la plus grande mobilité en flexion-extension dans le plan sagittal (Magee, 1997). Cette recension se limitera à décrire le mouvement du tibia par rapport au fémur et n'abordera pas le rôle de la patella.

1.1.1 Surfaces articulaires

Les surfaces articulaires du fémur sont formées par le condyle interne (ou médial), le condyle externe (ou latéral) et la surface patellaire. Les condyles (Figure 01) ont la forme d'épais rouleaux qui divergent inférieurement et postérieurement et dont la courbure change progressivement d'une forme elliptique au niveau postérieur à une forme plus plane antérieurement où une légère dénivellation les sépare de la surface patellaire. Les condyles fémoraux

ont des surfaces articulaires encroûtées de cartilage hyalin, qui s'étendent sur leurs versants inférieur et postérieur et qui rencontrent les condyles correspondants du tibia (Gosling *et al.*, 2003).

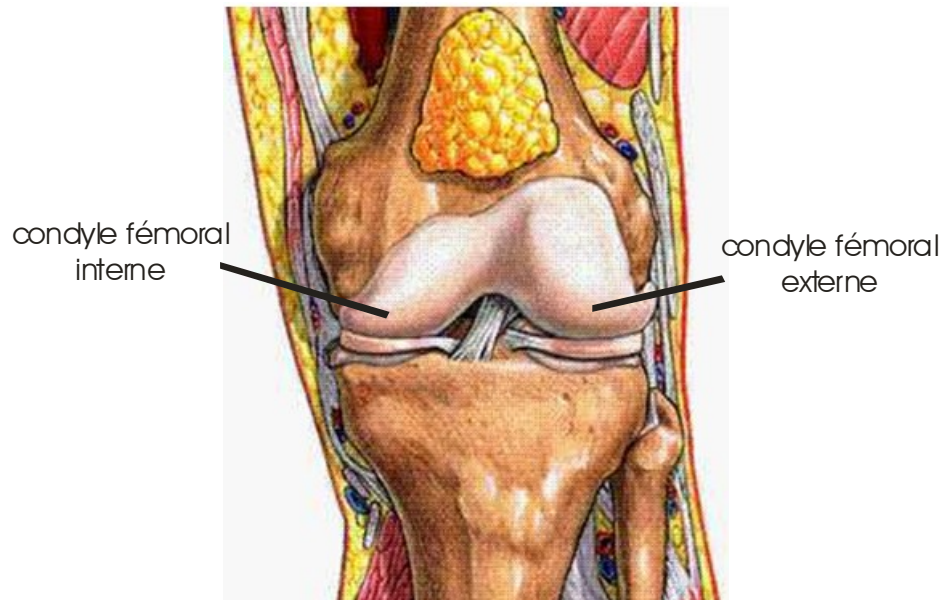


Figure 01: Vue antérieure des condyles fémoraux du genou gauche
(Atlas of Human Anatomy, Frank H. Netter. Saunders Elsevier, fourth edition, Philadelphia, Pennsylvania)

La partie supérieure du tibia est constituée de deux condyles recouverts de cartilage hyalin et qui forment, avec la région intercondyloire, le plateau tibial. Alors que la surface du condyle interne du tibia est large, ovale et relativement concave, celle du condyle externe est plus circulaire et présente une concavité dans le sens antéropostérieur et une convexité dans le sens médio-latéral. Ces concavités sont accentuées par les ménisques du genou (Gray, 1985).

1.1.2 Les ménisques

Interposés entre les condyles fémoraux et le plateau tibial, les ménisques latéral et médial du genou (Figure 02) sont des structures fibrocartilagineuses de forme semi-lunaire et de section triangulaire dont la fonction est de distribuer les forces axiales à l'articulation. Ils agissent pour accroître la profondeur de la surface sur laquelle roulent les condyles fémoraux, et de par leur mobilité, permettent d'accroître l'intimité du contact lors de leur glissement sur le plateau tibial. Ceci permet d'encaisser les charges axiales auxquelles le genou est soumis durant l'amplitude totale du mouvement (Gray, 1985).

Les ménisques diffèrent l'un de l'autre par la taille et par la forme; le médial étant plus étroit mais plus long que le latéral. Le ménisque latéral a une forme de "O", alors que le ménisque médial a plutôt la forme d'un "C". Les deux ménisques ont des cornes antérieures et postérieures attachées près de l'éminence intercondyloire du tibia et un bord externe qui se confond avec la capsule articulaire. Le ménisque médial s'insère au ligament collatéral médial et, en coupe transversale, il est plus épais que le latéral. Un ligament transverse unit la corne antérieure du ménisque médial à la face antérieure du ménisque latéral (Gosling *et al.*, 2003).

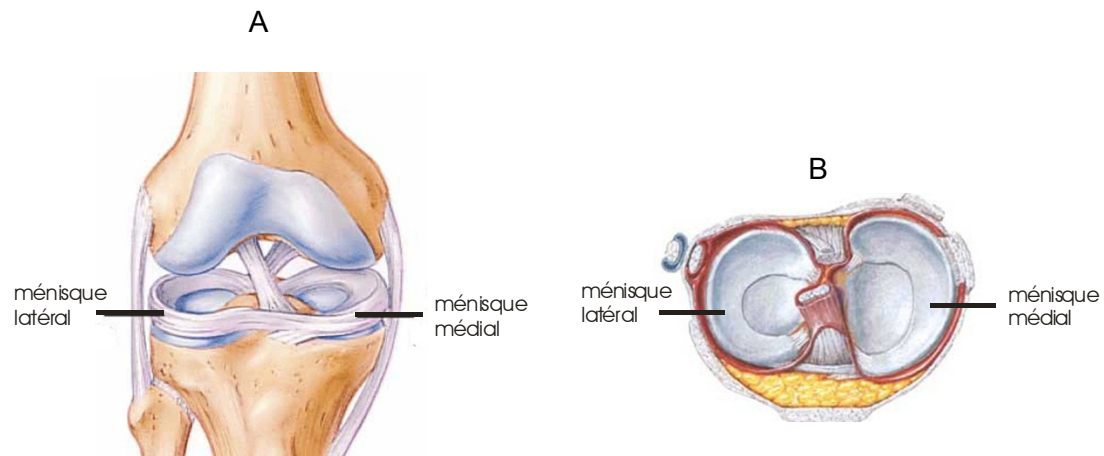


Figure 02: Ménisques latéral et médial du genou droit: A) Vue antérieure; B) Vue supérieure (Atlas of Human Anatomy, Frank H. Netter. Saunders Elsevier, fourth edition, Philadelphia, Pennsylvania)

1.1.3 La capsule articulaire

La capsule articulaire est un manchon fibreux qui enveloppe l'extrémité inférieure du fémur et l'extrémité supérieure du tibia. Elle maintient le contact entre ces deux extrémités et constitue les parois non osseuses de la cavité articulaire. Sa face interne est tapissée par la membrane synoviale. Cette fine membrane, vascularisée, sécrète le liquide synovial dans la cavité articulaire, assurant ainsi la nutrition du cartilage et la lubrification de l'articulation (Gray, 1985). La capsule articulaire du genou est mince en avant et en arrière mais renforcée sur les côtés par de puissants ligaments collatéraux. Du côté du fémur, les insertions de la capsule s'étendent jusqu'aux épicondyles. En arrière, elle s'attache le long des bords des condyles et de la ligne intercondyloïde alors

qu'en avant, elle s'insère, du côté proximal, de manière à s'adapter à la membrane synoviale qui forme la bourse suprapatellaire. Sur les côtés du tibia, la capsule longe le bord des surfaces articulaires. Les parties de la capsule qui, de chaque côté, attachent de manière lâche la périphérie des ménisques au fémur et au tibia, sont appelées ligaments coronaires. L'insertion capsulaire se prolonge distalement de manière à inclure l'aire intercondyloire, en arrière, et la tubérosité tibiale, en avant. Sur la face antérieure de la capsule est découpée une fenêtre dans laquelle vient s'insérer la surface articulaire patellaire (Gosling *et al.*, 2003).

1.1.4 Les ligaments

Les ligaments sont des tissus fibreux composés de groupes denses de fibres de collagène imbibées dans une matrice d'élastine et présentent une ondulation de surface des fibres qui peuvent être disposées en zigzag ou de manière sinusoïdale. Mécaniquement, les ligaments ont un comportement viscoélastique qui leur permet de subir des elongations tout en résistant aux forces de traction (Viidik, 1996). La proportion et le type de collagène, de même que la configuration géométrique des tissus ligamentaires influencent les propriétés mécaniques de la structure globale. La mécanique ligamentaire, est difficile à évaluer étant donné la variation de composition et de structure possible sur toute la longueur du ligament dans les diverses conditions de

mouvements et de chargements possibles. Cette mécanique a fait l'objet de plusieurs études (Harfe *et al.*, 1998; Hollis *et al.*, 1991; Sidles *et al.*, 1988). Ainsi, on a mis en évidence que la nature composite des ligaments leur confère également des propriétés viscoélastiques non-homogènes. Ceci se traduit, entre autres, par des caractéristiques de fluage (phénomène de déformation irréversible qui augmente avec le temps sous l'effet d'une contrainte constante), de relaxation, et de dépendance de la déformation à la vitesse d'élongation (Danto & Woo, 1993). De plus, la fonction des ligaments découle également de leur arrangement en fascicules de fibres. Ces fascicules sont en effet mis en tension à différentes angulations de l'amplitude de mouvement et leurs différents rôles dépendent de leur position (Blankevoort *et al.*, 1991).

Les ligaments sont souvent décrits comme étant des stabilisateurs passifs du genou tandis que, les muscles représenteraient les stabilisateurs actifs de l'articulation. Cependant les ligaments du genou n'auraient pas un simple rôle passif dans la biomécanique et le maintien de l'intégrité de l'articulation (Magee, 1997). En effet, plusieurs études ont démontré la présence de récepteurs dans la structure des ligaments qui leur confèreraient un rôle important dans la proprioception de l'articulation (Fremerey *et al.*, 2000; Ochi *et al.*, 1999; Pap *et al.*, 1999). Différentes structures anatomiques assurent le bon fonctionnement de l'articulation du genou, l'intégrité de cette dernière repose donc sur le travail synergique de plusieurs structures anatomiques actives et passives. Les ligaments croisés stabilisent le fémur sur le tibia, empêchant tout

mouvement excessif dans la direction antéropostérieure. Les ligaments collatéraux contribuent à la stabilité médio-latérale alors que le tractus ilio-tibial assure également la stabilité médio-latérale lorsque le genou est en extension. Tous ces ligaments, avec le poplité oblique, empêchent l'hyperextension du genou (Gosling *et al.*, 2003).

1.1.4.1 Ligaments collatéraux

Les ligaments collatéraux sont des structures ligamentaires situées de part et d'autre du genou (Figure 03), à l'extérieur de la capsule articulaire. Leur rôle est de contrer l'hyperextension du genou et les mouvements d'abduction et d'adduction des os. Le ligament collatéral interne (LCI), aussi dénommé ligament collatéral tibial, est une mince bande qui a ses points d'attache sur les condyles internes du fémur et du tibia (Gray, 1985). La partie antérieure du LCI (superficielle) est constituée de fibres parallèles, tandis que la partie postérieure (profonde) présente des fibres obliques qui convergent à l'articulation et se rattachent au ménisque interne. Le ligament collatéral externe (LCE), qui porte également le nom de ligament collatéral fibulaire, est de forme plus arrondie et étroite. Il prend son origine sur un tubercule du condyle latéral du fémur et s'insère sur la partie externe et antérieure de la tête de la fibula (Gray, 1985). À 30° de flexion du genou le LCI et le LCE agissent seuls pour résister à des mises en tension en valgus et en varus, respectivement. Par ailleurs, ces

ligaments agissent ensemble pour, secondairement, limiter la translation antérieure et postérieure, et la rotation du tibia sur le fémur (Fanelli *et al.*, 2005).

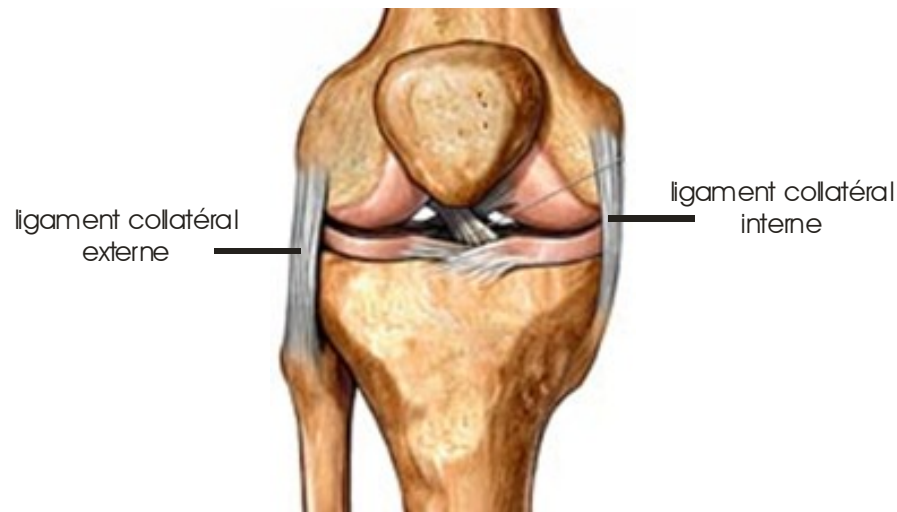


Figure 03: Vue antérieure des ligaments collatéraux interne et externe du genou droit (Atlas of Human Anatomy, Frank H. Netter. Saunders Elsevier, fourth edition, Philadelphia, Pennsylvania)

1.1.4.2 Le ligament croisé antérieur

Le ligament croisé antérieur, frein primaire à la translation tibiale antérieure, est composé d'un grand nombre de fascicules qui forment un éventail au niveau de leur attache osseuse (Figure 04). Les fibres qui le constituent sont organisées en hélice, ce qui permettrait le comportement viscoélastique du ligament, ainsi qu'un ajustement de sa longueur au niveau microscopique lorsqu'il est soumis à des charges (Blankevoort *et al.*, 1991).

L'attache osseuse se fait grâce à une transition graduelle de la substance ligamentaire vers l'os. La longueur moyenne du LCA telle que mesurée par plusieurs auteurs varie, selon les études, de 27mm à 39mm (Amis & Zavras, 1995). Sa section moyenne serait de 57,5 mm² (Silver *et al.*, 1991). Son élongation maximale à la rupture serait d'environ 7mm, ce qui correspond à une déformation de 22%. Cependant, d'autres études ont montré qu'une déformation de seulement 6% pouvait produire une élongation permanente du ligament naturel et que l'élongation maximale à la rupture se produisait avec l'application d'une force allant de 1725 N à 2500 N (Noyes *et al.*, 1984).

L'attache fémorale du LCA se situe sur la partie postérieure de la surface médiale du condyle latéral. Son attache tibiale couvre une grande surface située antérieurement et latéralement à l'épine tibiale. La plupart des auteurs considèrent que le LCA est subdivisé en bandes fonctionnelles, une bande antéro-médiale de faible diamètre et une bande postéro-latérale plus large (Dienst *et al.*, 2002). Des dissections sélectives de ces différentes bandes fonctionnelles du LCA ont révélé que la bande antéro-médiale jouait un rôle dans la stabilisation de la rotation antéro-latérale. Quant à la dissection de la bande postéro-latérale elle produisait une augmentation supplémentaire de la rotation externe du tibia lors d'un test de recurvatum (Reuben *et al.*, 1989). Il est donc possible que chacune de ces bandes ait une fonction stabilisatrice spécifique. De plus il est reconnu que la bande antéro-médiale est tendue en

position de flexion, alors que la bande postéro-latérale est tendue en extension (Dienst *et al.*, 2002).

1.1.4.3 Le ligament croisé postérieur

Le ligament croisé postérieur est nommé ainsi en raison de son insertion postérieure sur le tibia (Figure 04). Il trouve son origine sur la partie postéro-latérale du condyle fémoral médial où son attache est en forme de segment de cercle. Sur le tibia, le LCP se situe dans une dépression entre les deux plateaux tibiaux, quelques millimètres sous la ligne articulaire. Il a une longueur moyenne de 38mm et une largeur moyenne de 13mm, sa section diminue de l'attache proximale vers l'attache distale (Covey & Sapega, 1993). La résistance à la rupture du LCP est d'environ 1700 N, valeur qui se rapproche de celle du LCA. Le ligament comme tel est biomécaniquement composé de deux bandes fonctionnelles principales (Fanelli *et al.*, 1994). La bande antérolatérale (AL) qui constitue l'élément principal (95% de la substance du LCP), est tendue en flexion et détendue en extension. Elle serait responsable de la majeure partie de la résistance du ligament (Race & Amis, 1994). La bande postéromédiale (PM) qui est plus mince et plate (5% de la substance du LCP), est tendue en extension et détendue en flexion (Covey & Sapega, 1993). En réalité, il y a un changement graduel de la distribution de tension entre les deux bandes fonctionnelles pendant le mouvement de flexion-extension du genou.

Des études ont proposé qu'une troisième bande postéro-oblique aurait un comportement quasi-isométrique. Cette bande s'attacherait au centre de l'attache fémorale et en arrière du plateau tibial sous la ligne articulaire (Friederich *et al.*, 1995). Par contre, selon Covey & Sapega (1994) il semblerait que cette division en faisceaux fonctionnelles soit théorique. Le LCP serait anatomiquement un continuum de fibres et que des séparations en faisceaux n'étaient pas vraiment possibles, il serait plus juste de parler en termes de régions de fibres qui ont un comportement biomécanique dédié.

Le LCP est le stabilisateur primaire de la translation tibiale postérieure pour tous les angles de flexion supérieurs à 30° (Fanelli *et al.*, 1994). Selon Duri *et al.* (1997), ce rôle est valable pour tous les angles de flexion. Sa dissection ne semble pas affecter de façon significative le varus/valgus ou la rotation externe du tibia aux différents degrés de flexion du genou (Golleshon *et al.*, 1987). Par contre, lorsque le genou approche de l'extension, le tibia subit une rotation externe par rapport au fémur. Van Dommelen & Fowler (1989) ont suggéré que le LCP était responsable de ce mécanisme dû à la variation de la tension dans ses bandes fonctionnelles pendant la flexion/extension du genou. De plus, il semble que la contraction du quadriceps aurait tendance à protéger le LCP en permettant son relâchement (Covey & Sapega, 1994).

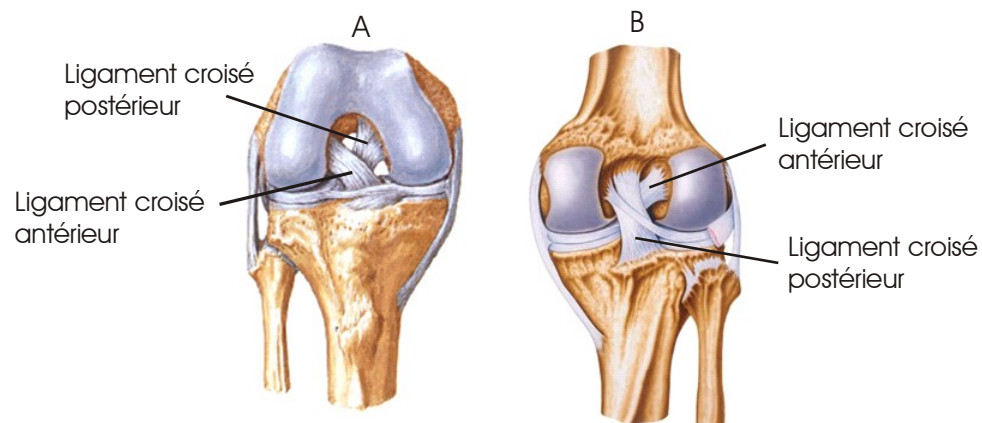


Figure 04: Ligaments croisés du genou droit: A) Vue antérieure; B) Vue postérieure (Atlas of Human Anatomy, Frank H. Netter. Saunders Elsevier, fourth edition, Philadelphia, Pennsylvania)

1.1.5 Les structures périphériques

Le point d'angle postéro-interne (PAPI) et le point d'angle postéro-externe (PAPE) sont des ensembles de structures anatomiques périphériques très résistantes, situées en arrière des ligaments latéraux, qui empêchent non seulement le valgus et le varus en extension mais aussi les translations antérieures rotatoires : tiroir antérieur en rotation externe (PAPI) et en rotation interne (PAPE) (Danowski & Chanussot, 2005).

Le PAPI, concerné par les parties périphériques postérieures et internes du genou, contrôle le valgus surtout en position proche de l'extension. Il comprend le tiers postérieur du ligament latéral interne, le tendon du muscle semi-membraneux, la capsule postéro-interne et la corne postérieure du

ménisque interne. Le chef médial du muscle gastrocnémien et le ligament postérieur oblique participent également à la stabilité du compartiment interne (Jacquot *et al.*, 2003). Le tendon du semi-membraneux possède trois terminaisons qui sont intimement liée à la capsule postéro-interne. Le tendon récurrent se dirige vers la fabella ou le chef latéral du muscle gastrocnémien si la fabella est absente. Les deux autres terminaisons se situent sur le tibia, le tendon réfléchi se situe à la face interne en arrière du ligament latéral interne et le tendon direct sur la face postéro-interne du tibia. Chaque composant est tendu selon le degré de flexion (Fischer *et al.*, 1978). Le semi-membraneux est le composant le plus important du PAPI. Les tendons de la patte d'oie ont aussi une action de varus en extension et de rotation interne à partir de 60° de flexion. Le ménisque interne participe également, notamment par ses attaches capsuloligamentaires, à la stabilité du compartiment interne du genou (Jacquot *et al.*, 2003).

Le PAPE, véritable verrou articulaire postéro-externe, constitue un frein primaire au varus. Il s'agit d'une nappe fibreuse située à la partie postéro-externe du genou constituée par le muscle poplité, le ligament poplité arqué, le ligament fabello-fibulaire et la capsule postéro-externe (Danowski & Chanussot, 2005). Le chef latéral du muscle gastrocnémien ainsi que la corne postérieure du ménisque externe sont également des éléments stabilisateurs. La structure dominante est le muscle poplité. Il chemine à partir de la surface postéro-externe du tibia, parallèlement au ligament arqué. Après avoir donné

des connexions avec la corne postérieure du ménisque externe (ligament méniscopoplité) et le ligament arqué, la partie tendineuse traverse l'hiatus poplité, pour se diriger vers le condyle externe. Le ligament fibulopoplité se détache du poplité avant ses expansions à hauteur du ménisque externe et rejoint la tête du péroné. C'est un élément contribuant à part entière à la stabilité postéro-externe (Danowski & Chanussot, 2005). Le ligament poplité arqué formant une arcade sous laquelle chemine le muscle poplité, s'insère sur la fabella avant de se diriger vers la partie postéro-externe du tibia (faisceau interne) ainsi que la tête du péroné (faisceau externe). Il possède également des expansions vers la corne postérieure du ménisque externe (Jacquot *et al.*, 2003). Le ligament fabello-fibulaire est parfois décrit comme un renforcement du ligament poplité arqué. La fabella joue donc un rôle important de transfert des contraintes. La capsule articulaire postéro-externe est renforcée par des expansions tendineuses des structures voisines. Le ménisque externe non solidaire de la capsule au tiers moyen (hiatus poplité), est attaché à la capsule au niveau du tiers postérieur. Le tiers postérieur est relié au pivot central par le ligament méniscofémoral postérieur, et par le ligament méniscofémoral antérieur. Le compartiment externe est donc stabilisé par des éléments passifs (ligament latéral externe, éléments passifs du PAPE), et surtout par des éléments actifs (fascia lata, biceps fémoral, muscle poplité dynamisant le complexe arqué postérieur), qui permettent une plus grande mobilité de ce compartiment (Jacquot *et al.*, 2003).

Chapitre II

Problématique et but de l'étude

2.1 Problématique

Au sein du corps humain, les ligaments et les tendons permettent à la fois la mobilité et la stabilité des articulations. Le genou en est un exemple caractéristique, cette articulation peut devenir le siège de luxations lorsque les différents ligaments qui la constituent sont lésés et ce, particulièrement en ce qui a trait au LCA et au LCP. L'incidence des luxations du genou est faible, les études rapportent que les luxations du genou représentent environ 0,02% à 0,2% des lésions orthopédiques (Howells *et al.*, 2011;Peskun *et al.*, 2010;Brautigan & Johnson, 2000;Robertson *et al.*, 2006). Cependant, il y aurait une sous-estimation de l'incidence réelle des luxations au genou en considérant les luxations qui sont négligées et non-répertoriées lors de certains traumatismes en raison de la priorisation de problèmes autres qui menaceraient le pronostic vital, en plus du fait que certaines luxations seraient réduites spontanément sur les lieux mêmes du trauma (Versier *et al.*, 2006). Ces trois dernières décennies, la pratique de plus en plus courante des sports à caractère traumatique a entraîné une augmentation significative du nombre d'interventions chirurgicales. Les

luxations du genou représentent un défi chirurgical important. Ces défis sont d'autant plus importants dans les cas où les difficultés et les problèmes chirurgicaux liés aux lésions qui touchent à la fois le LCL et le LCA sont cumulées (Versier *et al.*, 2006). L'établissement d'un pronostic de récupération de ces atteintes n'est pas aisé. En effet, les lésions sévères sont, étonnamment, souvent associées à une guérison adéquate des structures périphériques au genou pourvu que l'intervention chirurgicale permette de bien réparer et orienter ces structures pour favoriser leur cicatrisation (Versier *et al.*, 2006). L'avenir est porteur d'espoir en ce qui a trait des interventions chirurgicales pour les luxations au genou et une grande partie de l'évolution des interventions résultera du travail concerté des équipes cliniques et de recherche (Versier *et al.*, 2006).

Bien que la chirurgie moderne réalise habituellement des reconstructions avec les allogreffes et les autogreffes à partir du tendon du muscle ischio-jambier et du tendon patellaire, les différences de structure du greffon et du tissu sain nuisent à la qualité mécanique du tissu greffé (Elmlinger *et al.*, 2006). D'ailleurs, cette stratégie permet au mieux de recouvrir 50% des propriétés mécaniques du tissu natif, même après la ligamentisation (processus de transformation biologique de la greffe en structure ligamentaire), sans compter le problème du prélèvement des greffons fragilisant le tissu prélevé et induisant généralement des douleurs (Busam *et al.*, 2008; Hoover, 1961). Dans le but de contourner ces inconvénients, les greffes synthétiques ont aussi leur

place en ce qui a trait à la substitution ou au renfort du LCA et du LCP. Plusieurs manufacturiers se sont donnés pour objectif de développer une prothèse ligamentaire dans le but de traiter l'instabilité du genou. On note une certaine fébrilité et une impatience dans le milieu industriel orthopédique, en ce qui a trait à la conception d'une prothèse ligamentaire vraiment fonctionnelle et durable et ce, malgré le nombre de ligaments synthétiques déjà sur le marché, surtout en Europe. Après une période de grand optimisme et d'enthousiasme durant laquelle des chirurgiens ont implanté des prothèses synthétiques de tous genres, la plupart de ces procédures ont été abandonnées et aujourd'hui, l'utilisation de prothèses synthétiques pour le remplacement des ligaments croisés reste limitée. La procédure qui utilise le ligament synthétique Leeds-Keio a montré une faible performance comme produit de remplacement du LCA. L'étude de Denti *et al.* (1995) a détecté une détérioration progressive du ligament artificiel au cours des années. Les résultats de Gillquist & Odensten (1993) avec le ligament synthétique Dacron pour la reconstruction de LCA, démontrent que la stabilité acquise suite à la chirurgie est graduellement perdue, à raison d'une baisse de 11.2% par année. Par contre, la capacité fonctionnelle moyenne du genou, mesurée par l'appréciation subjective du patient, s'est maintenue pendant le suivi (Lysholm score 74.5 à 91.9). Il est en outre probable que le taux d'échec important rencontré avec la majorité des prothèses synthétiques soit lié au type de matériaux et de designs utilisés ainsi qu'au fait que les procédures chirurgicales n'ont pas été assez adaptées aux nouveaux matériaux utilisés (Legnani *et al.*, 2010). Lorsque les matériaux synthétiques

ont été introduits, on croyait que les échecs des autogreffes résultaient de leur trop faible résistance maximale. En réponse à cette lacune présumée, les chirurgiens se sont contentés d'utiliser des matériaux plus résistants, tout en conservant les mêmes procédures dont l'utilisation des mêmes tunnels osseux que pour les autogreffes. Dans l'étude de Poddevin *et al.* (1995), il est démontré que le placement du greffon joue un rôle tout aussi capital que le niveau de résistance du matériau dans le comportement à long terme du ligament substitut. C'est pourquoi d'autres chercheurs ont continué à utiliser des prothèses synthétiques en prenant soin d'adapter les méthodes d'implantation en fonction des propriétés des matériaux utilisés et en se basant sur des études biomécaniques poussées.

Avec l'avènement de la robotique et du capteur de moment de force, on s'est mis à étudier le régime de sollicitation mécanique intime auquel étaient soumis les ligaments. Lorsqu'une force s'applique en traction à un ligament, à une greffe ou à une prothèse ligamentaire, il se produit un allongement qui peut être mesuré. Selon Markolf *et al.* (1997) il s'agit de la courbe force-allongement qui permet de mesurer la résistance à la rupture, la force nécessaire pour rompre le ligament, et les variables comme la raideur, l'énergie absorbée et la force nécessaire à la déformation plastique. La résistance maximale à la traction d'une greffe doit être comparée aux forces maximales qui s'exercent sur le ligament naturel. Cependant, il existe une force en deçà de la résistance maximale qui est à la limite élastique (Djian *et al.*, 1994). Ce dernier paramètre

est en fait très important: c'est le point à partir duquel la déformation n'est plus réversible. Au-delà de ce point, même si la charge est relâchée, le système présente un allongement résiduel. Ainsi, certains efforts inadaptes peuvent allonger le ligament de manière irréversible sans toutefois le rompre (Djian *et al.*, 1994). Les propriétés structurale et matérielle de la greffe sélectionnée ont donc un rôle important dans le niveau de succès de la reconstruction d'un ligament (Busam *et al.*, 2008; Harner *et al.*, 2000). L'évaluation du genou opéré est difficile à faire *in vivo*. Il nécessite l'existence d'outils d'évaluation fiables et valides. Quand ils sont apparus, les outils instrumentés pour mesurer la laxité articulaire ont été fort populaires pour évaluer la qualité d'un traitement. Or, de plus en plus d'études remettent en question la capacité de ces outils à produire une mesure précise, répétable et fiable (Silver *et al.*, 1991). Gillquist (1993) se demande même si ce n'est pas la raison pour laquelle les différentes méthodes de reconstruction donnent invariablement la même proportion de bons et d'excellents résultats.

Actuellement il y a un manque de consensus entre les chirurgiens sur la procédure à adopter entre l'autogreffe, l'allogreffe ou le ligament synthétique. La compréhension de ce qui mène à des échecs ou à des succès dans les greffes précédentes et l'étude des techniques chirurgicales prometteuses, de même que le design des prothèses, permettent d'élaborer des hypothèses sur le remplacement du ligament. Ces hypothèses devraient nous conduire à d'autres études dans le même champ de recherche dans l'espoir de mieux comprendre

ces problématiques et d'éventuellement les résoudre. Présentement plusieurs traitements sont préconisés pour la reconstruction des ligaments croisés. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a, à ce jour, évalué à long terme la reconstruction du LCA et LCP au moyen de l'implant LARS en post luxations aiguës du genou. La technique chirurgicale du LARS vise à maximiser la croissance du tissu original en préservant la vascularisation et la proprioception, permettant un retour plus tôt aux activités quotidiennes avec une bonne stabilité du genou (Machotka *et al.*, 2010). Toutefois, une période de suivi à long terme est nécessaire pour confirmer si les propriétés du ligament sont toujours présentes. Ce qui soulève plusieurs questions quant à :

- 1) L'utilisation du ligament LARS en rapport avec sa laxité et sa durabilité.
- 2) L'état fonctionnel du genou à court et à long terme après la chirurgie.
- 3) La qualité de vie des patients après la chirurgie.
- 4) Les types de reconstruction préconisés soit celles à un faisceau et à deux faisceaux du LCP.

Un temps de suivi plus long des patients ayant subi des interventions avec des ligaments artificiels serait néanmoins nécessaire pour déterminer si les bons résultats se maintiennent sur de longues périodes et si les résultats se comparent à ceux des autogreffes et allogreffe avec le temps. L'analyse des échecs de ces interventions et la détermination de leur cause permettront de mieux documenter la technique opératoire et les principes à respecter pour leur succès. De plus, l'analyse des avantages et inconvénients comparatifs des

ligamentoplasties, ainsi que l'étude de leurs résultats respectifs, permettront de mieux préciser les indications de l'emploi de l'une ou l'autre de ces méthodes.

2.2 But de l'étude

La luxation du genou, bien que très rare, reste une atteinte à laquelle il faut porter une attention particulière lorsqu'elle survient en raison des conséquences dévastatrices qu'elle peut avoir sur la fonction. De plus, l'intervention associée à cette atteinte n'est pas aisée en raison de sa nature complexe et des multiples complications qu'elle peut engendrer. La procédure de suivi optimale pour une luxation du genou n'est pas encore définie et reste encore à déterminer. Depuis environ 20 ans, les techniques de reconstruction chirurgicale des ligaments croisés du genou ont connu un grand essor notamment grâce au développement de l'arthroscopie. Il est largement établi que la reconstruction des ligaments croisés permet de réduire la laxité, de corriger l'instabilité du genou et de récupérer un certain niveau d'activité dans la vie quotidienne. L'évaluation objective et fiable de la prise en charge de la luxation du genou est devenue incontournable. Parallèlement, aux scores cliniques usuels réalisés par le praticien, il est important d'estimer également les effets de la pathologie sur la réalisation d'activités de la vie quotidienne et ses répercussions sur la qualité de vie de la personne, notamment après une

intervention chirurgicale. Cette étude retrospective a pour but d'évaluer, les effets à court et à long termes, des reconstructions du LCA et LCP à l'aide du ligament LARS sur la fonction du genou opéré suite à une luxation aiguë. Le genou sain controlatéral sera soumis aux mêmes évaluations que le genou opéré à des fins de comparaison.

2.2.1 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont de connaître:

- Le niveau de qualité de vie perçu par les sujets opérés à long terme.
- Le niveau de stabilité et d'amplitude articulaire offert par le ligament LARS au genou opéré à court terme et à long terme.
- La survie et le niveau de laxité du ligament LARS suite à la chirurgie de reconstruction du LCA et LCP lors d'une luxation aiguë du genou.
- Les différences entre les genoux reconstruits à un faisceau du LCP et les genoux reconstruits à deux faisceaux du LCP en ce qui a trait au niveau de la qualité de vie, de la laxité, et de la capacité fonctionnelle.

2.3 Hypothèses générales

Les hypothèses de travail à la base de cette thèse sont liées aux propriétés présumées du ligament de type LARS et à ses avantages par rapport aux autres types de ligaments utilisés dans la littérature pour les reconstructions ligamentaires dans les cas de luxations du genou. En effet, les lésions ligamentaires au genou peuvent entraîner une importante instabilité biomécanique allant jusqu'à la luxation de l'articulation. La mise en place des ligaments artificiels de type LARS avec leur format standard de renfort offre une résistance élevée au cisaillement des fibres associées au mouvement de flexion-extension du genou, qui contribue à réduire l'instabilité de l'articulation. De plus, le ligament LARS a été conçu pour bénéficier d'une résistance accrue par rapport à d'autres ligaments artificiels. La reconstruction des ligaments du genou post-luxation aiguës à l'aide du ligament artificiel de type LARS permettra, sur une période de suivi post-opératoire entre 2 ans et 7 ans:

- 1) D'obtenir une qualité de vie satisfaisante postopératoire à long terme.
- 2) De regagner l stabilité et l'amplitude articulaire du genou en postopératoire et les maintenir à long terme.
- 3) D'installer un ligament qui aura une durée de vie potentielle d'au moins 7 ans suite à la chirurgie de reconstruction pour luxation du genou, et ce avec une laxité résiduelle moindre.

Par ailleurs, la technique de reconstruction à deux faisceaux a pour objectif de reproduire l'anatomie et la fonction naturelle du LCP grâce à un transfert de charge progressif entre les faisceaux au cours de la flexion du genou et ce, avec une augmentation de la tension au faisceau postéro-medial lors de l'extension et au faisceau antéro-latéral lors de la flexion. Ces bénéfices théoriques présumés font en sorte que les reconstructions à deux faisceaux sont préconisées dans les cas de laxité postérieure importante combinée à l'atteinte de structures périphériques. Sur cette base, les hypothèses de travail sont que les genoux opérés en utilisant deux faisceaux du LCP:

- 4) Présenteront moins de laxité résiduelle en post-chirurgie par rapport aux genoux opérés avec un seul faisceau.
- 5) Permettront d'obtenir une capacité fonctionnelle supérieure et une meilleure qualité de vie en post-chirurgie par rapport à la reconstruction avec un faisceau.

2.4 Pertinence de l'étude

Quelle que soit la manifestation fonctionnelle dont se plaint le patient, il souhaite que disparaissent ses douleurs pour reprendre ses activités. C'est pour

répondre à ces exigences qu'ont été mises au point de nombreuses techniques chirurgicales et méthodes d'évaluation qui tiennent de plus en plus compte des activités de la vie quotidienne. La nécessité de poursuivre une activité professionnelle, une activité physique ou la présence d'incapacités fonctionnelles dans la vie quotidienne, amènent le patient à vouloir se faire opérer. Si l'aspect fonctionnel vient au premier plan, dans le cadre de la ligamentoplastie du LCA et du LCP, d'autres critères plus objectifs doivent également être considérés car ces derniers corrélerent souvent avec les éléments subjectifs.

L'appréciation de l'évolution d'une pathologie de l'appareil locomoteur ou du résultat d'un traitement orthopédique ne se conçoit plus seulement en termes de gain articulaire ou d'antalgie, mais doit également tenir compte de nouveaux critères relatifs à la fonction et à la qualité de vie. À notre connaissance, aucune littérature sur la reconstruction du LCA et LCP utilisant le ligament synthétique LARS post luxations aiguës du genou ne rapporte de résultats à long terme avec un échantillon aussi large (71 sujets). La comparaison de cette méthode de traitement aux autres traitements déjà publiés dans la littérature serait pertinente afin de :

- Contribuer au développement de nouvelles stratégies de traitement chirurgical des luxations aiguës du genou.

- Enrichir les connaissances en réadaptation du genou post-luxations aiguës dont la reconstruction s'est effectuée à l'aide du ligament artificiel et ainsi possiblement optimiser la réadaptation.
- Améliorer la qualité de vie des futurs patients qui nécessiteront une ligamentoplastie du LCA et LCP.

Chapitre III

Recension des écrits

3.1 Luxations du genou

La luxation du genou est définie par une perte complète de contact entre les deux surfaces de l'articulation. Elle résulte la plupart du temps de la lésion des 2 ligaments croisés suite à un traumatisme à haute énergie cinétique causant un important déplacement des surfaces osseuses (Versier *et al.*, 2006). Les luxations du genou (KD pour knee dislocation) sont habituellement classées selon la classification de Schenck (1994) de la manière suivante:

KD-I: lésion d'un seul ligament croisé.

KD-II: lésion du LCA et LCP.

KD-III L: lésion du LCA, LCP et ligament collatéral latéral.

KD-III M: lésion du LCA, LCP et ligament collatéral médial.

KD-IV: lésion du LCA, LCP, ligament collatéral latéral et ligament collatéral médial.

Les luxations du genou sont considérées comme des lésions rares. Cependant, il faut savoir qu'un certain nombre peuvent passer inaperçues du fait

qu'elles peuvent soit se réduire spontanément soit être réduites par un tiers. Wascher *et al.* (1997) Varnell *et al.* (1989) estiment que 50% des luxations du genou arrivent réduites à l'hôpital. L'énergie cinétique au moment du traumatisme est le principal déterminant de la gravité des lésions. La notion de vitesse au moment de l'impact est donc un élément fondamental de l'anamnèse (Blin *et al.*, 2007). L'étiologie la plus fréquente de ces atteintes est attribuée aux traumatismes violents à haute énergie cinétique (vitesse élevée) tels que les accidents d'automobile, de moto, de voiture contre piéton et les chutes d'une hauteur élevée. La violence des traumatismes impliqués explique la grande fréquence des lésions associées aux luxations du genou. De plus, l'importance du traumatisme et l'étendue des dommages associés peuvent rendre difficile l'identification des mécanismes lésionnels avec précision (Gray & Cindric, 2011; Versier *et al.*, 2006). Les accidents à basse énergie (faible vitesse et à forte composante rotatoire) ne sont pas non plus rares: accidents de sport collectif, accidents domestiques, simples chutes (Shelbourne & Klootwyk, 2000). Il est important de bien considérer la possibilité de lésions bi-croisées même dans les cas où des mécanismes moins violents seraient impliqués. En effet, on observe que les lésions des 2 ligaments croisés sont présentes dans 13% des lésions à basse énergie pour Kendall *et al.* (1993), 5% pour Dennis *et al.* (1993), identiques à ceux des triades. Les lésions de structures périphériques associées sont aussi présentes dans plusieurs traumatismes de basse énergie. Ainsi, des lésions importantes de la peau sont observées dans des accidents de travail (agriculteurs, bûcherons) qui peuvent être secondaires à des mécanismes

spécifiques de traumatismes appuyés ou parfois dûs à des enroulements. Ce type de traumatismes peuvent également entraîner des lésions nerveuses et vasculaires sévères associées à une hémorragie (Versier *et al.*, 2006; Bratt & Newman, 1993). Les structures nerveuses et vasculaires sont donc également en danger lors des lésions du genou. L'artère poplitée est particulièrement vulnérable dans les cas de luxations du genou (Bonnevialle *et al.*, 2006). Cette artère est considérée comme étant une artère d'extrémité du membre inférieur, ce qui implique que si cette dernière vient à être lésée, les artères circonvoisines ne sont pas suffisantes pour maintenir le flux de sang collatéral à l'extrémité inférieure (Fanelli *et al.*, 2005). Les nerfs fibulaire et tibial risquent peu d'être affectés lors d'une luxation du genou, probablement en raison du fait qu'ils sont moins attachés à la structure du genou par rapport à l'artère poplitée (Fanelli *et al.*, 2005; Brautigan & Johnson, 2000). Par contre, le nerf fibulaire présente un risque plus élevé de blessure lorsqu'il y a un mouvement violent en varus. Ce nerf peut alors subir des lésions de traction ou d'avulsion en raison de sa trajectoire autour de la tête fibulaire qui diminue fonctionnellement son excursion potentielle (Gray & Cindric, 2011; Fanelli *et al.*, 2005).

Le mécanisme le plus fréquent des lésions rapportées lors de luxations de genou est l'accident de véhicule automobile (haute vitesse). Le coup direct au genou fléchi sur le tableau de bord est le mécanisme le plus commun (Hagino *et al.*, 1998). Ce mécanisme produit une luxation postérieure du tibia sur le fémur. Les accidents industriels, les blessures de ferme, et les blessures

de sports sont les autres situations où les luxations sont généralement rapportés (Hirschmann *et al.*, 2010; Hagino *et al.*, 1998). Par ailleurs, l'ère moderne a vu s'accroître le nombre d'activités récréatives à vitesse élevée. Il n'existe pas de données détaillées sur l'incidence et le mécanisme des blessures qui aient été rapportées sur un grand échantillon de sujets. Cependant, l'augmentation dramatique de la taille, de la force, et de la vitesse de l'athlète moderne résulteraient en de plus grandes forces de collision dans des sports modernes qui favoriseraient ainsi les mécanismes de luxation (Brautigam & Johnson, 2000). La position du déplacement du tibia définit le sens de la luxation (Brautigam & Johnson, 2000). Les luxations antérieure et postérieure sont les plus fréquentes (60 à 80%) (Fanelli *et al.*, 2005). Parmi ces luxations celles par translation sont dites pure, alors que la luxation externe, un peu moins fréquente (15 à 20%) et la luxation interne, exceptionnelle, sont des luxations dites complexes par bâillement (Jacquot *et al.*, 2003). Les luxations externe et interne résultent des efforts en varus ou en valgus avec une force en hyperextension du genou qui résultera probablement en une luxation de type rotatoire (Fanelli *et al.*, 2005).

3.1.1 Luxation antérieure

Dans le cas d'une luxation antérieure le tibia est déplacé vers l'avant (Figure 05A), les deux ligaments croisés ainsi que les points d'angle sont

rompus. En revanche, les ligaments latéraux peuvent être préservés lors d'un décollement capsulopériosté partant de l'épiphyse et se prolongeant plus ou moins haut sur la métaphyse. Ce maintien de la continuité des ligaments latéraux explique pourquoi il y a parfois absence de laxité frontale une fois la luxation réduite (Jacquot *et al.*, 2003). L'hyperextension passive est le mécanisme principal de la luxation antérieure. Cette dernière entraîne d'abord une triade postérieure avec le LCP, le PAPI et le PAPE. De ce mécanisme découle ensuite la rupture du LCA, puis la luxation (Jacquot *et al.*, 2003). L'artère poplitée est fréquemment lésée si l'hyperextension dépasse 50° (Fanelli *et al.*, 2005). L'effondrement de la partie antérieure des plateaux limiterait cette hyperextension et ainsi, protégerait le paquet vasculonerveux postérieur (Jacquot *et al.*, 2003).

3.1.2 Luxation postérieure

La luxation postérieure survient lorsque le tibia est déplacé vers l'arrière (Figure 05B) lorsqu'une force antéro-postérieure est appliquée par un impact direct sur la partie supérieure du tibia avec le genou fléchi. Ce mécanisme exige considérablement plus de force pour luxer le genou par rapport au mécanisme d'hyperextension provoquant la luxation antérieure (Brautigan & Johnson, 2000). Les structures rompues sont les mêmes que dans les luxations antérieures mais avec une fréquence plus élevée de vraie rupture des structures

internes et externes. Le PAPE et le PAPI sont également lésés et ce, simultanément si le pied est en rotation neutre lors de l'accident (Jacquot *et al.*, 2003). Il faut insister sur la possibilité de lésions artérielles poplitées (44% des cas) (Bonnevialle *et al.*, 2006). Ainsi, lorsque le tibia est postérieurement dirigé, il peut directement comprimer l'artère poplitée, voire même la sectionner (Bonnevialle *et al.*, 2006; Brautigan & Johnson, 2000).

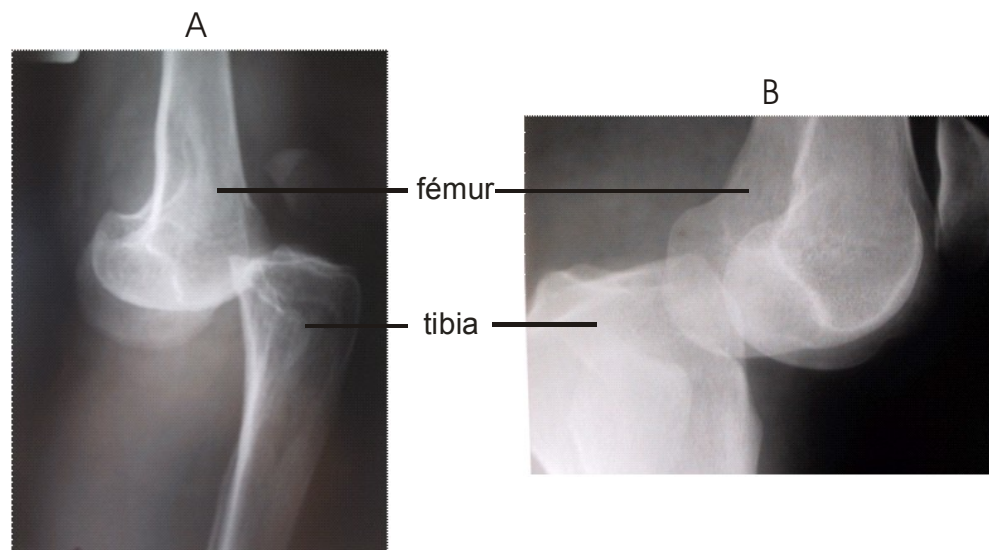


Figure 05: A) Luxation antérieure du genou; B) Luxation postérieure du genou

3.1.3 Luxation externe et interne

La luxation externe s'associe généralement à la rupture de tous les ligaments. Elle est généralement causée par un traumatisme violent provoquant un valgus forcé alors que le pied est fixe. Les structures externes peuvent être désinsérées en bloc sur le versant fémoral avec cette luxation ce qui favorise

leur cicatrisation une fois la luxation réduite (Jacquot *et al.*, 2003). Quant à la luxation interne du genou est la plus rare. Elle est souvent la conséquence d'accidents en varus forcé, provoquant un décollement fémoral, sans rupture, des structures internes. Le risque de lésion du nerf sciatique poplitée externe est important lors du bâillement externe (Jacquot *et al.*, 2003).

3.1.4 La prise en charge d'une luxation du genou

La distinction entre lésions bicroisés et luxations au stade aigu est souvent difficile à faire. Il est possible que bon nombre de ruptures dénommées bicroisés soient probablement des luxations spontanément réduites. Cependant, parmi les différentes méthodes chirurgicales utilisées, il n'y a pas de consensus sur laquelle serait efficace pour soigner le genou blessé et ramener l'articulation à son état initial, tant au niveau de la stabilité mécanique que de la cinématique naturelle. Au stade aigu, la réparation chirurgicale est toujours extrêmement difficile, bien que l'on puisse repérer à l'ouverture de l'articulation, lesquels des éléments sont rompus et devraient théoriquement être en situation d'être réparés. Il suffit de constater, lors d'une opération d'urgence, le désordre extrême des fibres ligamentaires après une lésion pour comprendre les défis que posent leur réparation. En effet, ces fibres rompues à différents niveaux sont littéralement «échevelées» et baignent dans un hématome abondant et leur cicatrisation spontanée, avec ou sans plâtre, ne permet pas de reconstituer

l'architecture anatomique normale. Ainsi, les fibres se cicatrisent souvent dans une organisation anarchique dans laquelle il subsiste une laxité complexe à l'état chronique (Bonnevialle *et al.*, 2006).

En ce qui a trait aux lésions ligamentaires, la littérature récente propose une réparation des lésions dans les deux semaines suivant l'accident (Ibrahim *et al.*, 2008). Le traitement conservateur n'est indiqué qu'en cas de lésions associées graves (polytraumatisme), lorsque le patient d'âge avancé n'a pas de complications (ouverture cutanée, fractures ostéochondrales, lésions vasculaires) ou lorsque les compétences chirurgicales locales sont insuffisantes (Casteleyn & Handelberg, 1996). Les résultats du traitement conservateur sont très variables selon les études. Ils sont subjectivement comparables à ceux du traitement chirurgical mais anatomiquement inférieur du fait d'une plus grande laxité résiduelle (Dedmond & Almekinders, 2001; Hegyes *et al.*, 2000). Certains préconisent le traitement simultané des deux ligaments croisés comme le moyen de corriger durablement la laxité mais au prix d'une raideur résiduelle, d'autres celui du ligament croisé postérieur et des formations périphériques (Dedmond & Almekinders, 2001). Dans le cas de la luxation aiguë Hirschmann *et al.* (2010) et Ibrahim *et al.* (2008) préconisent, à la fois, la reconstruction des deux ligaments croisés, du ligament collatéral et des lésions capsulaires. Ibrahim *et al.* (2008) encouragent la chirurgie post luxation performée 2 à 3 semaines après la blessure pour permettre au patient de récupérer presque tout le ROM et pour donner le temps aux tissus mous de guérir. Ils favorisent la

reconstruction du LCA et LCP avec autogreffe du semitendineux et gracilis du genou blessé et controlatéral. Par contre, les reconstructions des ligaments médiaux et latéraux ont été effectuées avec ligament LARS. Le timing de la chirurgie (entre 2 et 3 semaines) n'a pas augmenté le taux d'arthrofibrose. Cela est dû, à leur avis, à l'utilisation de l'appareil CPM (continuous passive motion) en préopératoire et postopératoire. Des travaux montrent que la difficulté majeure réside dans la correction durable de la translation tibiale postérieure (Dedmond & Almekinders, 2001; Hegyes *et al.*, 2000). Selon Hirschmann *et al.* (2010) et Dedmond & Almekinders (2001), seule sa correction précoce et efficace permet d'obtenir un bon résultat anatomique en repositionnant le centre rotatoire du genou et favorisant une cicatrisation en bonne place des structures périphériques. Les méthodes de reconstruction des ligaments semblent produire de bons résultats à court terme, correspondant à une fonction quasi-normale du genou dans 75 à 85% des cas (Mae *et al.*, 2010; Huang *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2004a). Cependant, leur efficacité à long terme reste à être démontrée.

3.2 La reconstruction ligamentaire

Les ligaments croisés sont parmi les structures les plus importantes du genou en raison de leur capacité de régir le déplacement antéropostérieur du

tibia sur le fémur (Magee, 1997). Plusieurs techniques de reconstruction ligamentaire ont été développées et sont abondamment décrites dans la littérature (Gao *et al.*, 2010; Tibor *et al.*, 2010; Tzurbakis *et al.*, 2006; Chhabra *et al.*, 2005; Laboureau, 2001; Yeh *et al.*, 1999; Harner *et al.*, 1996;). La première reconstruction remonte à 1917 avec Hey Groves. Selon Burnett & Fowler (1985), Hey Groves avait utilisé pour ce faire une bande du ligament illiotibial. Plus tard, sa technique faisait appel au transfert d'une bande du fascia lata. O'Donoghue (1963) abandonne la technique de Groves en réalisant que le manque de vascularisation du fascia lata compromet le succès de la chirurgie. De ce fait, il vient à utiliser, de préférence, une technique avancée par Campbell dans les années trente. Dans cette technique, une longue bande du tendon du quadriceps est d'abord prélevée puis, elle est passée dans un tunnel osseux percé dans le tibia, puis dans la cavité synoviale et dans un second tunnel osseux du condyle fémoral latéral. La même année, Jones fait connaître une nouvelle technique de reconstruction basée sur le prélèvement d'une bande centrale du tendon rotulien (Jones, 1963). La technique utilisant le ligament du semi-tendineux a ensuite été introduite par (Cho, 1975). Marshall *et al.* (1979) utilisent la technique de fixation «over the top» introduite par McIntosh. L'opération consiste en une technique modifiée de Jones. Une bande du tendon du quadriceps est découpée puis attachée à une bande du tendon rotulien. Ce néoligament est ensuite passé dans un orifice percé dans le tibia. L'extrémité du transfert est ensuite passée autour du condyle fémoral pour ensuite être suturée au sommet du condyle latéral. En 1985, l'étude de Butler *et al.* indique que seul

le tendon rotulien possède une résistance en tension supérieure à celle du LCA. Toutes les autres structures ligamentaires ayant montré une résistance à la traction nettement inférieure. Friedman *et al.* (1985) reconnaissent qu'il n'y a pas de procédure chirurgicale qui puisse garantir la guérison du néoligament et les propriétés mécaniques à long terme.

Depuis environ 20 ans, les techniques de reconstruction chirurgicale des ligaments croisés ont connu un grand essor, notamment grâce au développement de l'arthroscopie. Mais le traitement de ces lésions n'est toujours pas codifié et seules des tendances se dessinent. Le choix du transplant avec autogreffe, allogreffe, ou synthétique, repose sur ses propriétés biomécaniques, en particulier de sa résistance, que joue un rôle prépondérant dans le contrôle de la laxité (Fanelli *et al.*, 2011;Machotka *et al.*, 2010;Eranksi *et al.*, 2010).

3.2.1 La reconstruction ligamentaire avec autogreffes

Il est largement établi que la reconstruction des ligaments croisés par autogreffe tendineuse, fréquemment utilisées, permet de réduire la laxité, de corriger l'instabilité du genou et de retrouver un niveau d'activité supérieur par rapport aux réparations primaires de ces ligaments (Eranksi *et al.*, 2010;Frank & Jackson, 1997;Grontvedt *et al.*, 1996). En contrepartie, les autogreffes

nécessitent une longue période de repos postopératoire en raison de la faiblesse du ligament greffé pendant le temps de transformation et de revascularisation du collagène et cela peut durer jusqu'à 12 mois (Tibor *et al.*, 2010;Laboureau, 2001). Parmi les autogreffes les plus populaires, on retrouve celles utilisant le tiers moyen du tendon patellaire et celles utilisant les tendons des ischio-jambiers (semi-tendineux avec ou sans gracilis) (Frank & Jackson, 1997). Le transplant libre de tendon patellaire de type os-tendon-os, reste actuellement le plus utilisé. Du fait de l'expérience acquise depuis de nombreuses années, la technique de prélèvement, de mise en place et de fixation dans ce type de transplantation sont maintenant bien établies. De plus, cette intervention produit des résultats reproductibles et bien documentés dans la littérature chirurgicale. Le tendon patellaire possède, par ailleurs, une résistance mécanique supérieure à celle du ligament naturel, surtout s'il est excisé avec une largeur de 10mm (Dejour *et al.*, 1999;Frank & Jackson, 1997). Cependant, il faut mentionner les inconvénients relatifs au prélèvement de la greffe à partir de ce tendon. En effet, cette greffe implique, entre autres, un temps de chirurgie prolongé, une greffe de taille limitée, des douleurs au tibia, une perte de l'amplitude de flexion du genou, la présence de faiblesse au niveau du quadriceps (O'Neill, 2001;Hiemstra *et al.*, 2000) et un taux de laxité non négligeable (Tzurbakis *et al.*, 2006;Wang *et al.*, 2004a;Corry *et al.*, 1999). Tzurbakis *et al.* (2006) rapportent, après un suivi de 51 mois, une laxité différentielle de 4mm à 10mm pour 54% des patients qu'on reçu une autogreffe lors de la reconstruction du LCP post-luxation du genou. De plus, avec la greffe du tendon patellaire, la

jonction osseuse met plusieurs mois (entre 6 et 12 mois) à guérir (Murakami *et al.*, 1999).

L'utilisation des tendons des ischio-jambiers présente certains avantages par rapport à celle du tendon patellaire et ce, entre autres, en raison de la réduction de la morbidité qui est liée au prélèvement du tendon même. Ainsi, on note une baisse de la fréquence des douleurs antérieures du genou et une réduction de la faiblesse du muscle quadriceps associées à l'utilisation d'un greffon en provenance des ischio-jambiers comparativement au tendon patellaire (Liu *et al.*, 2010; Djian *et al.*, 1999). Auparavant, les greffons prélevés sur les ischio-jambiers étaient préalablement préparés et pliés sur eux-mêmes pour obtenir une plastie à deux brins. La résistance mécanique de cette plastie devait être manifestement trop faible puisque les résultats de laxité résiduelle postopératoire se dégradaient avec le temps (Djian *et al.*, 1999). Actuellement, la technique s'est perfectionnée et les tendons sont retournés 4 fois sur eux-mêmes pour obtenir un transplant à quatre brins. La résistance mécanique de ce type de greffe est nettement améliorée grâce à l'apport de deux brins supplémentaires (Liu *et al.*, 2010). Un problème subsistant avec les greffons des ischiojambiers est la difficulté de la fixation intra-osseuse qui donne des résultats moins satisfaisants par rapport à la fixation du tendon patellaire. En effet, les greffes utilisant les tendons des ischio-jambiers ne possèdent pas l'avantage de l'attache osseuse de la greffe du tendon patellaire (Djian *et al.*, 1999; Frank & Jackson, 1997). De ce fait, plusieurs systèmes de fixation des

tendons des ischio-jambiers ont dû être développés récemment pour pallier à cette limite. Les systèmes actuels montrent des résultats concluants avec des résistances ligamentaires au moins identiques, voire supérieures, à celle du tendon patellaire avec vis d'interférence. Cependant, la laxité objective résiduelle postopératoire est un peu plus importante qu'avec l'utilisation du tendon patellaire (Liu et *al.*, 2010). Il est important de considérer, dans tous les cas, que la ligamentisation du tendon n'est pas complétée avant 6 mois. À cet effet, les auteurs recommandent la plus grande prudence pour les suites opératoires pendant cette période (Liu et *al.*, 2010;Djian et *al.*, 1999). (Liu et *al.*, 2010;Djian et *al.*, 1999).

3.2.2 La reconstruction ligamentaire avec allogreffes

Les allogreffes tendineuses les plus utilisées sont celles utilisant les tendons rotulien, quadricipital et d'Achille. Ces allogreffes peuvent être fraîches, congelées ou lyophilisées. Dans l'étude de Fanelli et al. (2011) et Liow et al. (2003) l'utilisation de tendon d'allogreffe a permis de réduire la morbidité associée au stress de l'autogreffe sur un genou ayant déjà subi un trauma sévère, malgré le fait que l'autogreffe du membre contra-latéral demeure une option. La reconstruction des ligaments croisés même efficace ne limite pas nécessairement l'apparition des lésions arthrosiques. À long terme, les risques d'arthrose post-traumatique sont de 50% avec les luxations de genou

(Robertson *et al.*, 2006). Ces greffes, qui peuvent être mécaniquement solides initialement, ont une vitesse de revascularisation et de remodelage plus lente (Liow *et al.*, 2003). Certains recommandent de les renforcer avec des renforts synthétiques pour en limiter la laxité postopératoire (Hamido *et al.*, 2010; Brunet *et al.*, 2005). Les problèmes peuvent être associés aux méthodes de stérilisation et de conservation en entraînant une diminution de la résistance mécanique. De plus, elles peuvent poser, comme toutes les allogreffes tissulaires, des cas d'infections virales en raison des problèmes de réaction immunitaires (Jackson *et al.*, 1993).

3.2.3 La reconstruction ligamentaire avec ligaments synthétiques

Dans les années 80, de nombreux ligaments synthétiques ont vu le jour, la plupart étant conçus en polyester. L'utilisation des ligaments artificiels pour des reconstructions des ligaments croisés était largement admise initialement jusqu'à ce que cette technique eût essuyer beaucoup d'échecs en raison de sa qualité inférieure par rapport à la greffe autogène et de la faible durabilité des matériaux employés (Jenkins, 1985; Weiss *et al.*, 1985). Les prothèses ligamentaires sont classées en trois familles : les ligaments permanents, ceux de type «*stents*» et les échafaudages (Yahia, 1996). Les ligaments permanents comprennent le Gore-Tex et le Dacron, qui assurent une résistance accrue aux

fêlures causées par l'usure. La seconde famille est celle des prothèses temporaires, utilisées comme «stents», telles le «*Ligament Augmentation Device (LAD)*» ou le Trevira. La troisième famille est la prothèse de ligament pour échafaudage, qui permet au tissu de croître. Ces ligaments dépendent de l'autogénèse du tissu en croissance. Le tissu de collagène pourra croître dans la greffe existante, comme dans le cas du ligament de «*Leeds-Keio*» et du «*Ligament Advanced Reinforcement System (LARS)*» (Yahia, 1996).

Les premières tentatives de remplacement synthétique se sont soldées par des échecs. La plupart des prothèses ligamentaires présentaient des ruptures précocement après l'implantation (Jenkins, 1985). Au début des années 70, la compagnie Richards Manufacturing Co. Inc., Memphis, TN, a produit un ligament synthétique en polyéthylène. Cette prothèse a été étudiée par Grood & Noyes (1976), et en parallèle par Noyes & Grood (1976) qui ont publié des résultats sur les propriétés mécaniques du LCA chez le singe et l'homme. Ces études ont permis de comparer les propriétés mécaniques du "polyflex" de Richards à celles du LCA. Les résultats ont permis de conclure que la marge de sécurité en utilisant la prothèse polyflex est insuffisante et que la capacité de ce ligament à résister à des forces *in vivo* sans subir de déformation permanente est faible. Les prothèses fabriquées à partir de fibres de carbones ont été élaborées dans les années 80. Elles sont très résistantes en tension et possèdent la propriété remarquable de stimuler la croissance tissulaire et la pénétration du collagène entre les fibres synthétiques (Lemaire, 1985). Le principal

désavantage de ces prothèses est la grande rigidité de leurs fibres qui se fragmentent aux points de friction. Ce qui entraîne une diffusion de particules de carbone dans la capsule articulaire et leur éventuelle migration vers les ganglions lymphatiques (Strum & Larson, 1985;Lemaire, 1985;Parsons *et al.*, 1985). James *et al.* (1979) ont proposé une prothèse composite en «proplast», qui est fabriqué à partir de 2 polymères : le polytétrafluoroéthylène et le graphite pyrolithique. L'utilisation de cette prothèse s'avérait être un échec. En effet, la trop grande rigidité de cette prothèse combinée à l'abrasion au point d'insertion dans le tunnel osseux ont été les causes principales des bris rencontrés (Weiss *et al.*, 1985). Park *et al.* (1985) ont présenté un ligament doté d'une nouvelle conception en y insérant une bande en fibres de polyester (Dacron) qui permet d'augmenter la présence de tissus autogènes au sein du greffon. McPherson *et al.* (1985) ont présenté une technique similaire en employant le polypropylène tressé de la compagnie 3M (St-Paul, MN, États-Unis). Parmi les prothèses qui ont été distribuées sur le marché, il y existe également celles en polytétrafluoréthylène (Gore-Tex, Gore, États-Unis) et celles en polyester dont font partie le Trevira (Telos, Marburg, Allemagne) et le LARS (Lars, Dijon, France).

Avec le perfectionnement du ligament artificiel, les fibres de polyester sélectionnées semblent toujours être les fibres actuellement les plus fiables. Les recherches sur de nouvelles structures, qui permettent pratiquement d'éliminer les cisaillements intraligamentaires, ont permis de réduire considérablement la

quantité des microparticules secondaires qui peuvent être la source de synovites chroniques (Laboureau & Bercovy, 1993). Malgré ces progrès, les ligaments artificiels, et en particulier leur élasticité, sont encore loin d'avoir les qualités des ligaments naturels. Bien que les ligaments artificiels n'aient pas les inconvénients de la transformation collagénique des plasties autogènes, ils n'ont pas non plus la faculté d'adaptation de ces plasties. Par ailleurs, les ligaments artificiels tolèrent beaucoup moins bien le mauvais positionnement et d'autres erreurs de mise en place qui sont souvent sanctionnées par un échec précoce (Laboureau & Bercovy, 1993). Puisque les ligaments de polyester sont normalement tressés ou tissés, ils ont le défaut de s'étirer avec le temps et l'usage continu, en raison de l'arrangement des fibres (Laboureau, 2001). Ce dernier aspect a dissuadé les chirurgiens d'utiliser cette méthode. Si l'utilisation des ligaments artificiels est tant décriée, ce n'est pas sans raison. En effet, les premiers ligaments artificiels étaient de piètre qualité tant d'un point de vue biologique qu'au niveau mécanique. De plus, la façon dont ils étaient utilisés était également inadéquate. La trompeuse facilité d'utilisation qu'ils procuraient a conduit à des mises en place plus ou moins hâtives qui utilisaient des principes techniques inadéquats ou négligés dont la mise sous tension du ligament greffé et la mesure imprécise du niveau de laxité (Laboureau & Bercovy, 1993). Il y a encore des détracteurs des ligaments artificiels qui continuent à jeter l'anathème sur les récentes méthodes chirurgicales en s'appuyant sur ces erreurs passées, qui sont souvent inévitables lors de l'élaboration de nouvelles techniques. Il ne faut pas non plus oublier que les

débuts pas si lointains de certains autres actes chirurgicaux maintenant largement répandus et reconnus ont, eux aussi, connus bien des difficultés et des détracteurs au cours de leurs débuts difficiles.

3.2.3.1 Le ligament artificiel de type LARS

La mise en place d'un ligament artificiel est simple, rapide et évite un sacrifice tendineux toujours préjudiciable pour la cinématique du genou (Cazenave *et al.*, 1994). The Ligament Advanced Reinforcement System (LARS) représente une nouvelle génération de ligaments synthétiques conçus pour les réparations ligamentaires. Le ligament LARS contient du polyester sélectionné pour ses propriétés biologiques et mécaniques en plus de posséder un design particulier qui est composé de deux portions: 1) une partie intra-osseuse faite de fibres longitudinales unies par une structure tricotée transversalement qui, contrairement à la structure tissée, prévient l'élongation à long terme, 2) une partie intra-articulaire, fabriquée à partir de fibres exclusivement longitudinales et parallèles qui sont pré-tordues (Figure 06). Cette architecture se base sur l'approche biométrique et permet d'obtenir une meilleure performance comparativement aux autres ligaments artificiels (Laboureau, 2001; Dericks, 1995).

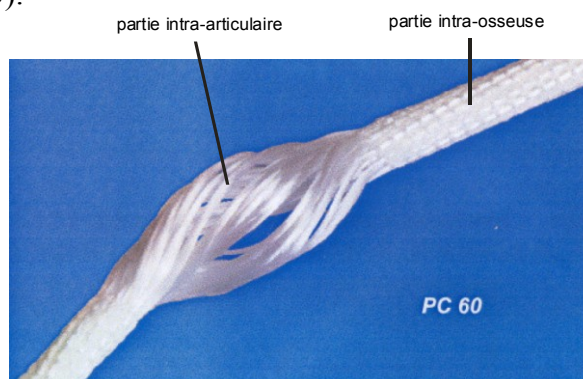


Figure 06: Portion intra-articulaire et intra-osseuse du LARS

Avec de nouveaux biomatériaux, comme le polyéthylène téréphtalate, les fabricants comme LARS ont développé des structures multi-filamentaires ou tissées qui présentent moins de problèmes d'effilochage qui peuvent engendrer des synovites (Seitz *et al.*, 1998). La conception spéciale du ligament LARS avec des fibres libres au sein de sa section intra-articulaire serait plus résistante à la fatigue de torsion et à la déchirure due à l'usage. Dans l'étude réalisée par la Société d'Études et de Recherches sur le Comportement et Vieillessement Accéléré des Matériaux (SERCOVAM) des ligaments synthétiques ont été soumis à trois sollicitations mécaniques de base qui sont similaires à celles du LCA et du LCP rencontrées dans l'articulation du genou (Sercovam, 1997). Des sollicitations principalement en traction, en torsion et en flexion ont ainsi été effectuées. De plus, des sollicitations concomitantes telles que le frottement entre les parois tibiales et fémorales, entre les fibres du ligament et au niveau des points d'ancrage ligamentaires ont été effectuées. Les résultats sur des ligaments du genou possédant un faisceau de fibres libres dans la région intra-articulaire et sur des ligaments présentant une structure entièrement tricotée, montrent que la fatigue mécanique des ligaments est fortement conditionnée par leur structure (entièrement tricotés ou à fibres libres). Ainsi, tant du point de vue de la durée de vie que celui des modes d'endommagement, les ligaments à fibres libres ont un comportement nettement supérieur à celui des ligaments entièrement tricotés.

Selon Shen et al. (2010) et Laboureau (2001), le LARS se distingue des autres ligaments artificiels en raison de sa grande résistance et une meilleure croissance fibroblastique. L'Unité de Recherche et Développement en Cytoculture (URDC) de l'Institut National de Recherche Appliquée en France a démontré la biocompatibilité du ligament LARS vis-à-vis les fibroblastes humains en culture cellulaire. Les résultats indiquent que l'originalité de la structure du ligament et la technique de désensimage bien adaptée permet la fixation et le développement des cellules de culture sur les fibres LARS (URDC, 1992). Ces résultats ont été, par la suite, confirmés par des études histologiques réalisées par Trieb *et al.* (2004). Ces derniers ont montré l'absence de réaction inflammatoire, infectieuse ou immunologique et une bonne colonisation cellulaire et tissulaire dans la partie intra-articulaire et intra-osseuse des implants.

3.2.3.2 La greffe de ligament artificiel de type LARS

Le ligament LARS (Figure 07) actuellement commercialisé est un ligament artificiel en polyester dont les fibres ont été traitées chimiquement afin d'optimiser leur tolérance. Une nouvelle génération de ligaments LARS biomimétiques a été réalisée par greffage de polymères bioactifs à la surface des fibres ligamentaires (Ciobanu *et al.*, 2006). Des études *in vitro* montrent que ce traitement particulier favorise l'adsorption protéique ainsi que

l'attachement et l'étalement des cellules fibroblastiques humaines à la surface du matériau (Pavon-Djavid *et al.*, 2007; Ciobanu *et al.*, 2006).



Figure 07: Les ligaments LARS

Les ligaments LARS comportent un nombre de fibres variable et ont des dimensions différentes selon l'usage auquel ils sont destinés. Les extrémités des ligaments sont munies de fils de traction provisoire pour faciliter leur mise en place. Le diamètre du ligament varie en fonction du nombre de fibres longitudinales le constituant. Ce nombre varie selon la résistance souhaitée, qui, elle-même, est en fonction de la taille du genou et de l'échancrure, du poids du patient et ses activités. Selon la SERCOVAM (1997), l'ordre de grandeur en est, à titre d'exemple: 30 fibres = 1500N, 60 fibres = 2500N, 80 fibres = 3600N, 100 fibres = 4700N. La partie active intra-articulaire des ligaments LARS est

composée de fibres longitudinales parallèles sans structure transversale et orientées selon les ligaments pour reproduire la direction des fibres anatomiques. Les fibres longitudinales sont orientées à droite ou à gauche dans la partie intra-articulaire, afin de reproduire l'orientation des fibres anatomiques du genou droit ou gauche. Ces caractéristiques favorisent la reconstruction collagénique et diminuent sensiblement les effets de fatigue, notamment aux efforts répétés en flexion, torsion, ainsi qu'une très faible élongation secondaire (Shen *et al.*, 2010; Sercovam, 1997). Cette structure, très poreuse et souple, favorise également l'envahissement par le tissu conjonctif qui isole les fibres synthétiques (Pavon-Djavid *et al.*, 2007).

Dans la partie non active extra-articulaire, ainsi que pour certains ligaments à usage extra-articulaire, les mêmes fibres longitudinales sont unies entre elles, maintenues rectilignes et parallèles par une chaîne tricotée non déformante. Cette structure, par opposition aux autres ligaments tissés ou tressés, minimise la déformation plastique. De sa structure originale mise au point par le fabricant, le ligament a un allongement rémanent extrêmement faible. Les résultats de l'étude menée par la SERCOVAM (1997) après traction à 2500N indiquent des valeurs d'allongement faibles et identiques pour les relevés immédiats ou après 24 heures de repos. Les valeurs individuelles sont inférieures ou égales à 1,5% quelque soit le nombre de fibres (60, 80, 100 ou 120 fibres). L'utilisation du genou atteint environ un million de cycles de fatigue par an (Sercovam, 1997). Les essais de fatigue en flexion, torsion et

traction ont montré qu'après 5 millions de cycles, aucun dommage apparent n'a été constaté. Entre 6,5 et 8 millions de cycles, selon la taille du ligament, une tendance à l'effilochage se manifeste à la sortie du tunnel osseux. Entre 8 et 10 millions de cycles, les ligaments montrent quelques matages (déformations par écrasement localisé dû à un champ de pression trop élevé dans une zone de contact) et ruptures de fibres en sortie de tunnel osseux et une amorce d'effilochage en région intra-articulaire. Après 10 millions de cycles a été constaté que les ligaments conservent leur intégrité mécanique malgré un matage en sortie de tunnel osseux et une tendance à l'effilochage en région intra-articulaire (Sercovam, 1997). Brunet *et al.*, 2005 ont analysé les effets de la reconstruction utilisant le ligament synthétique LARS dans les cas de laxités aiguës importantes du LCP. Dans tous les cas, les fibres du LCP étaient conservées mais non suturées et le ligament LARS était mis en place à titre de tuteur. Les auteurs n'ont pas observé de morbidité propre au ligament synthétique LARS. La laxité postérieure différentielle moyenne est passée de 24mm préopératoire à 8mm postopératoire avec un suivi moyen de 36 mois, soit un gain de 15,2mm. Ainsi, le ligament synthétique semble bien avoir joué son rôle de tuteur. L'utilisation du ligament synthétique, comme tuteur à la cicatrisation du LCP fraîchement rompu, va d'une part orienter la cicatrisation et d'autre part limiter l'élongation du ligament cicatrisé, en s'opposant à la laxité postérieure induite par la rupture du LCP. Nau *et al.* (2002) ont comparé l'utilisation du BPTB et du LARS dans la reconstruction du LCA. Comparativement au groupe BPTB, la laxité moyenne mesurée par Telos était

plus grande dans le groupe LARS. Cette différence était significative à six mois. Après 12 et 24 mois, les valeurs de laxité étaient encore plus grandes dans le groupe LARS sans toutefois être significatives. Après 24 mois de suivi, la laxité moyenne était 2.38mm pour le groupe BPTB et 4.86mm pour le groupe LARS. À n'importe quelle étape du suivi, pendant la première année post-chirurgie, le groupe LARS montrait de meilleurs résultats pour chacune des sous-catégories du KOOS. À 24 mois de suivi, aucune différence significative n'a été constatée entre les sous-groupes du KOOS. Les résultats de leur étude suggèrent que le retour complet à l'activité peut être réalisé plus tôt en employant cette reconstruction lorsqu'on la compare avec l'autogreffe BPTB. Dans le domaine de la médecine sportive, cette technique est avantageuse car elle est associée à une période plus courte de réadaptation. Les résultats de Li *et al.* (2009) corroborent avec les résultats de Nau *et al.* (2002) et suggèrent la possibilité de retourner aux activités de la vie quotidienne plus tôt avec le LARS comparativement à la réparation par l'autogreffe des ischio-jambiers. Les résultats postopératoires ont montré d'ailleurs qu'à 12 et à 24 mois de suivi le groupe LARS a eu de manière significative moins de laxité postérieure que le groupe des ischio-jambiers et que le score IKDC, Lysholm et Tegner scores ont été significativement plus élevée dans le groupe LARS.

3.2.3.3 Indications

Les ligaments LARS sont indiqués pour la reconstruction intra ou extra-articulaire des ligaments anatomiques rompus (Laboureau & Bercovy, 1993).

Ils peuvent être utilisés en association :

- Avec une suture du ligament rompu quand il s'agit de lésion fraîche, protégeant ainsi la cicatrisation du ligament original d'une traction excessive, tout en permettant une mobilisation précoce.
- Avec une plastie autogène pour la renforcer avec les mêmes avantages que ci-dessus.
- À titre isolé pour les reconstructions de ligaments extra-articulaires, du ligament croisé antérieur et postérieur du genou et des tendons tels que tendon d'Achille, tendon rotulien, tendon bicipital et coiffe des rotateurs.

3.2.3.4 L'utilisation du ligament

Selon Laboureau et Bercovy (1993) les ligaments LARS doivent toujours être mis en place dans l'articulation en position anatomique et isométrique. Le diamètre des tunnels osseux doit correspondre aux indications notées sur l'étiquetage de chaque ligament et doit être, d'une manière générale, aussi petit que possible. La fixation des extrémités du ligament doit toujours être extra-articulaire par agrafe et/ou par vis appropriée. Toujours selon

Laboureau et Bercovy (1993) le diamètre de la vis doit être, en général, de 1mm supérieur à celui du tunnel osseux. La fixation tibiale doit être doublée, laissant 1 ou 2cm de ligament en dehors du tunnel primaire. En cas de rupture fraîche, le ligament artificiel doit être placé au centre du moignon du ligament rompu et les extrémités du ligament sont sectionnées juste au-delà de leurs fixations.

Comme pour toute chirurgie, l'utilisation d'implants comporte un certain risque d'infection (1%) (Laboureau, 2001;Noyes & Barber-Westin, 1994). Si une infection survenait, il serait alors nécessaire d'enlever le ligament artificiel. Malgré cela, l'usage des ligaments artificiels permettant une chirurgie très peu délabrante, la reprise chirurgicale est toujours possible. Les cas de synovite chronique qui ont été observées après de telles interventions, ont toujours été en relation avec le frottement articulaire. Si cette complication intervient, il convient de supprimer la cause du frottement par moyen chirurgical et d'effectuer un grand lavage du genou pour éliminer d'éventuelles particules (Laboureau & Bercovy, 1993). Le pourcentage d'échecs secondaires par reproduction de l'instabilité est inférieur à 15% après 5 ans (Brunet *et al.*, 2005;Lavoie *et al.*, 2000;Dericks, 1995), soit largement compétitif avec les statistiques connues des plasties autogènes (8 à 20%) (Wang *et al.*, 2004a;Eriksson *et al.*, 2001;Nedeff & Bach, Jr., 2001;Bach, Jr. *et al.*, 1998;Frank & Jackson, 1997;Daniel *et al.*, 1994). Quand elles ont été observées, ces dégradations secondaires étaient liées une fois sur deux à une erreur technique d'implantation, principalement à l'attachement trop antérieur

sur le plateau tibial, au non respect de l'isométrie et à une direction angulaire du trajet ligamentaire. Malgré la résistance de ce ligament, les praticiens et les patients doivent être conscients que la mise en place d'un ligament artificiel ne met pas ce ligament à l'abri d'un nouveau traumatisme. Le résultat final de la chirurgie ligamentaire dépend également de la motivation des patients et de la physiothérapie postopératoire, qui doit être attentivement suivie (Wang *et al.*, 2004a).

3.2.4 Reconstruction du LCA

La reconstruction du LCA est pratiquée depuis plusieurs décennies et a été étudiée *in vitro* et *in vivo* par de nombreux auteurs (Mae *et al.*, 2010; Trieb *et al.*, 2004; URCD, 1992; Draganich *et al.*, 1990). Parmi les reconstructions ligamentaires, c'est celle qui a reçu le plus d'attention par la communauté clinique et scientifique. Nombreux sont les auteurs qui disent que le traitement chirurgical avec substitut donne des résultats supérieurs au traitement conservateur (physiothérapie, plâtre, port d'orthèse) (Seitz *et al.*, 1998; Grontvedt *et al.*, 1996; Feagin, Jr. & Curl, 1996) ou à la réparation avec suture (Frank & Jackson, 1997; Andersson *et al.*, 1991) surtout chez les sportifs. En particulier, il a été montré que la reconstruction chirurgicale d'une rupture du LCA permettait de réduire l'incidence des déchirures méniscales chez ces patients très actifs. C'est pourquoi le traitement conservateur n'est proposé

qu'aux patients moins actifs ou prêts à réduire considérablement leurs activités physiques (Casteleyn & Handelberg, 1996).

Pour rétablir la fonction articulaire après une rupture du LCA, il est possible de pratiquer soit des reconstructions intraarticulaires soit des reconstructions extraarticulaires. Les reconstructions extraarticulaires ont été choisies pour leur simplicité de mise en œuvre par plusieurs chirurgiens. Elles ont été largement abandonnées depuis, quelques études ayant montré qu'elles ne présentaient pas davantage biomécanique et qu'elles n'étaient pas en mesure de stabiliser le genou sur le côté médial (Amis & Zavras, 1995). De plus, utilisées seules, elles risquaient apparemment de causer une élongation ligamentaire progressive et de devenir inefficace au bout d'un certain temps. Néanmoins, certains auteurs recommandaient de les pratiquer en combinaison avec une reconstruction intraarticulaire en cas d'instabilités multiples (Friederich & Biedert, 1993; Draganich *et al.*, 1990). Parmi les reconstructions intraarticulaires, essentiellement deux catégories peuvent être trouvées dans la littérature : 1) des reconstructions reproduisant l'anatomie du LCA (Clancy *et al.*, 1982). 2) des reconstructions qui tentent de restaurer la fonction du LCA sans imiter son anatomie (Macintosh, 1974).

3.2.5 Reconstruction du LCP

Parmi les blessures ligamentaires du genou, celle impliquant le LCP est l'une des moins fréquentes. L'incidence de ce type de blessures dépend du type de population étudié et est plus grande chez les patients ayant subi des accidents de voiture et chez les athlètes (Harner *et al.*, 2004). Une des causes principales de rupture est un impact sur la face antérieure du tibia avec la flexion du genou à 90° (Duri *et al.*, 1997). Néanmoins, le nombre de ruptures du LCP diagnostiquées ont augmenté et on observe un intérêt pour cette structure dans les publications scientifiques depuis les quinze dernières années. L'anatomie et la fonction du LCP sont plus complexes que celles du LCA, c'est pourquoi les connaissances acquises sur le LCA ne peuvent pas être directement appliquées au traitement du LCP (Fanelli *et al.*, 1994). Certains auteurs décrivent le LCP comme étant formé de deux bandes fonctionnelles non-isométriques (Race & Amis, 1994), alors que Friederich *et al.* (1995) décrivent une troisième bande fonctionnelle qui, elle, serait isométrique. Cette configuration anatomique particulière va guider les chirurgies vers le développement de méthodes chirurgicales reproduisant soit les deux bandes fonctionnelles, soit une seule bande isométrique. Dans le deux cas, le choix de l'emplacement du substitut est crucial. Contrairement à la rupture du LCA, le pronostic d'une rupture du LCP reste bon. En effet, un grand nombre de patients peuvent retourner à des sports de haut niveau sans symptômes (Noyes & Barber-Westin, 1997b). Pour cette

raison, il est souvent recommandé de traiter les ruptures isolées du LCP par un traitement conservateur (Shelbourne *et al.*, 1999; Fanelli *et al.*, 1994; Covey & Sapega, 1993). Cependant, au cours des années, les études ont démontré une augmentation des phénomènes dégénératifs du cartilage du genou après 10 ans des ruptures isolées du LCP non traités (Lobenhoffer *et al.*, 1996; Friederich *et al.*, 1995). Des études *in vitro* ont par ailleurs montré que la pression articulaire augmentait après la dissection du LCP, ce qui expliquerait l'apparition d'arthrose *in vivo* à long terme (Skyhar *et al.*, 1993). Il semble donc qu'un genou ayant un LCP lésé, mais étant asymptomatique, présenterait malgré tout une cinématique anormale pouvant résulter en une surcharge et donc une destruction à long terme du cartilage. Ces constatations ont poussé les chirurgiens à traiter les ruptures du LCP et à proposer des stratégies pour la prise de décisions thérapeutiques. Il n'est cependant pas toujours aussi clair si une intervention chirurgicale peut éviter ce développement vers l'arthrose et quelle méthode pourrait donner les meilleurs résultats à long terme.

3.3 L'évaluation du patient

Dans l'ensemble, les différents systèmes d'évaluation utilisés reposent sur l'analyse du résultat anatomique, de l'appréciation subjective et des performances fonctionnelles du patient. Il y a eu un développement

considérable des systèmes de cotation qui variaient selon les pays et les chirurgiens. De ces systèmes, tous ne prennent pas simultanément en compte les trois grands volets précédents (anatomique, subjectif et fonctionnel). Par ailleurs, les critères retenus et leur pondération respective varient considérablement d'un système à l'autre. L'évaluation objective et fiable des résultats de la prise en charge est devenue incontournable. Mise à part les scores cliniques habituels réalisés par le praticien, il est également important d'estimer les impacts de la pathologie lors de la réalisation d'activités de la vie courante et les répercussions sur la qualité de vie du sujet, notamment après l'intervention chirurgicale (Irrgang *et al.*, 1998). Le choix d'une échelle parmi le large éventail d'échelles existantes passe par la recherche de bonnes qualités métrologiques et de validation auprès de patients ayant les caractéristiques démographiques et cliniques bien définies et dont la pathologie est bien décrite. L'appréciation de l'évolution d'une pathologie de l'appareil locomoteur ou du résultat d'un traitement orthopédique ne se conçoit plus seulement en termes de gain articulaire ou au niveau de l'antalgie, mais doit également prendre en considération les nouveaux critères de mesure fonctionnels et de qualité de vie.

3.3.1 L'évaluation subjective du genou

L'évaluation de la fonction de l'articulation peut être faite par l'utilisation de questionnaires que le patient doit remplir. Des questionnaires

standardisés évaluent la fonction de l'articulation lors des activités sportives ou quotidiennes. Toutefois, ces questionnaires fournissent une évaluation basée sur les sensations et observations du patient et ne permettent pas d'évaluer les changements qui ont eu lieu au niveau de la biomécanique fonctionnelle de l'articulation (Magee, 1997). De nombreux outils d'évaluations généraux ou spécifiques permettent d'apprécier plus précisément l'état de santé du patient pris en charge pour une pathologie ostéoarticulaire. Ils peuvent être employés par les différents professionnels de la santé impliqués. Les résultats postopératoires sont très variables selon les échelles utilisées. Une standardisation de leur utilisation est donc souhaitable afin de pouvoir comparer les différents essais cliniques. La multiplicité des méthodes d'évaluation des résultats après ligamentoplastie du genou a conduit à l'élaboration, par voie de consensus, de méthodes d'évaluation plus précises, plus adaptées, reconnues et de plus en plus utilisées à grande échelle. Quelle que soit la manifestation fonctionnelle dont se plaint le patient, il souhaite que disparaissent ses douleurs pour reprendre ses activités. C'est en fonction de ces exigences qu'ont été créées de nombreuses méthodes d'évaluation qui tiennent de plus en plus compte des activités de la vie quotidienne et de la pratique sportive. La nécessité de poursuivre les activités professionnelles ou la présence d'incapacités fonctionnelles qui affectent la vie quotidienne, amène le patient à se faire opérer (Demirdjian *et al.*, 1998). Si les mesures d'ordre fonctionnel viennent au premier plan dans le cadre de l'évaluation des résultats des ligamentoplasties du ligament croisé antérieur et du ligament croisé postérieur

du genou, d'autres aspects sont également importants, car ces derniers sont plus subjectifs et corrèlent souvent avec les éléments objectifs.

3.3.1.1 L'échelle de Lysholm

L'échelle fonctionnelle de Lysholm, créée au début des années 1980 par Lysholm & Gillquist (1982) permet de mesurer les impacts des atteintes au genou sur le niveau de la capacité fonctionnelle. Elle comporte huit items pondérés sur un total de 100 points réparti de la manière suivante: boiterie (5 points), utilisation d'aide à la marche (5 points), accroupissement (5 points), montée et descente des escaliers (10 points), épanchement articulaire (10 points), blocage et accrochage du genou (15 points), stabilité (25 points) et douleur (25 points). Un résultat est qualifié d'excellent si le score final est supérieur à 95, bon si le score est compris entre 84 et 94, moyen si le total est compris entre 65 et 83 et mauvais si le score est inférieur à 65. Les paramètres concernant l'activité sportive et professionnelle ont été ajoutés par la suite par (Tegner & Lysholm, 1985). Établi initialement pour le suivi des ligamentoplasties du LCA, ce score a ensuite été employé dans le cadre de pathologies du genou, telles que les chondropathies ou le syndrome méniscal (Vaatainen *et al.*, 1994; Jensen *et al.*, 1994). À propos des paramètres liés à l'activité sportive qui ont été rajoutés à cette échelle, ils ont pour inconvénient de s'appliquer essentiellement aux sports pratiqués dans un pays donné soit la

Suède pour l'auteur Tegner. Il faut considérer les différences dans l'applicabilité de cet outil dans d'autres pays où ces sports ne correspondent pas forcément aux habitudes de la population en général. Selon Irrgang *et al.* (1998), il faut aussi tenir compte du fait que l'échelle de Lysholm donne une grande pondération à la stabilité du genou et à la douleur et, de ce fait, ces variables influencent plus fortement le score final par rapport aux autres. De plus, dans l'interprétation des scores, il faut considérer que cette échelle donne également beaucoup d'importance à l'évaluation subjective du patient par rapport à son genou. L'importance de cette appréciation subjective peut sembler un avantage à première vue, mais en réalité, il existe un risque qu'un genou à laxité objective soit classé comme satisfaisant selon les critères du patient (Pérez & García, 1994; Hefti *et al.*, 1993). Par ailleurs, l'étude de Risberg *et al.* (1999), présentant 109 suivis post reconstruction du LCA, démontre que l'échelle Lysholm a une sensibilité suffisante pour détecter les changements cliniques dans le temps et ce, pour les trois à six premiers mois postopératoires. Dans les mois subséquents, les genoux montrent peu de variations au niveau de la fonction selon cette échelle.

Le Lysholm démontre une bonne fidélité des mesures avec des coefficients de corrélation intraclasse variant de 0,88 à 0,95 (Chaory & Poiraudéau, 2004; Marx *et al.*, 2001). La validité et la fidélité d'un instrument sont les caractéristiques les plus importantes qui, à la base, doivent motiver le choix d'un outil en fonction de la mesure à évaluer (Johnson & Smith, 2001). À

cet effet, l'échelle de Lysholm est largement utilisée en raison de la facilité de son utilisation dans le suivi clinique des patients et son utilité au niveau des mesures en ce qui a trait à la recherche. L'usage répandu de cette échelle dans le passé et jusqu'à présent la rend tout à fait appropriée pour la comparaison des données de recherche en provenance de différentes études et également comme échelle de référence pour la comparaison des résultats des recherches futures qui porteront sur de nouvelles techniques et interventions. L'analyse de Chaory & Poiraudau (2004) sur cette échelle confirme celle de Johnson & Smith (2001) qui constate, grâce à une recension de 197 articles, que 84 % des essais cliniques répertoriés utilisaient l'échelle de Lysholm pour l'évaluation des blessures et des reconstructions ligamentaires du LCA. Un fait important à souligner dans le cadre du présent projet est que les qualités métrologiques de l'échelle Lysholm n'ont pas encore fait l'objet d'une étude spécifique pour la population ayant subi une intervention consécutive à une luxation du genou. Ce manque de données dans la littérature n'empêche pas la communauté scientifique d'utiliser de plus en plus l'échelle Lysholm pour les suivis qui varient entre 3 mois et 9 ans chez cette population, comme c'est le cas dans bon nombre d'études effectuées au cours des dix dernières années (Marcacci et al., 2011; Peskun & Whelan, 2011; Hirschmann et al., 2010; Eranki et al., 2010; Engebretsen et al., 2009; Ibrahim et al., 2008; Bin & Nam, 2007; Owens et al., 2007; Robertson et al., 2006; Tzurbakis et al., 2006; Chhabra et al., 2005; Harner et al., 2004; Ríos et al., 2003; Liow et al., 2003; Richter et al., 2002; Fanelli & Edson, 2002).

3.3.1.2 «International Knee Documentation Committee» form

En 1992, " l'International Knee Documentation Committee" (IKDC) a adopté son formulaire d'évaluation des ligaments du genou (Knee Ligament Standard Evaluation Form). C'est, entre autres, l'absence de mesure étalon ou de formulaire standardisé qui a incité l'IKDC à créer une échelle uniforme pour évaluer les blessures ligamentaires et les reconstructions ligamentaires (Risberg *et al.*, 1999; Sernert *et al.*, 1999). En fait, l'IKDC œuvre dans le but de parvenir à une terminologie cohérente et une formule d'évaluation commune qui reflète les différentes composantes de la capacité fonctionnelle du genou après une blessure ligamentaire (Risberg *et al.*, 1999). En plus d'avoir été développé comme instrument étalon, le formulaire du IKDC permet d'emblée la comparaison de résultats entre différentes méthodes d'évaluation et ce, de manière standardisée (Sernert *et al.*, 1999).

Le système IKDC a été mis au point par l'ESSKA (European Society for Sports traumatology Knee and Arthroscopy) et l'AOSSM (American Orthopedic Society for Sports Medecine) afin d'harmoniser les critères des différentes équipes médicochirurgicales qui opèrent les genoux. Il tient compte de deux critères subjectifs et de six critères objectifs (Hefti & Muller, 1993). Il cote les paramètres anatomiques de façon précise, mais ne prend pas en considération la pratique sportive. C'est une échelle rigoureuse qui possède un

grand potentiel d'évaluation en raison de sa capacité à pondérer de petites déviations de normalité (Labs & Paul, 1997). L'IKDC donne beaucoup d'importance à la présence de laxité et de ce fait est d'un grand intérêt pour les chirurgiens (Sernert *et al.*, 1999). Son score complexe s'avère avoir des qualités métrologiques trop faibles (Chaory & Poiraudau, 2004). Selon Risberg *et al.* (1999) l'IKDC présente une faible sensibilité au changement parce que cette échelle présente une classification des scores par catégories : normal, presque normal, anormal et sévèrement anormal. Les données ainsi classées par catégories peuvent donner moins d'informations lorsqu'on les compare avec des données numériques continues. La fiabilité inter-observateurs a été remise en question par Johnson *et al.* (2004) en raison de l'évaluation de la laxité par le test de Lachmann. Selon les études de Hrubesch *et al.* (2000), l'IKDC est le seul score à être corrélé avec la laxité mesurée avec l'appareil KT1000.

Une nouvelle version, l'IKDC 2000 Subjective Knee Form, dont la présentation est très différente, a été publiée par Irrgang *et al.* (2001). Selon Chaory & Poiraudau (2004), sa fiabilité est bonne (ICC=0,94). L'étude de Anderson *et al.* (2006) indique que le l'IKDC 2000 peut repérer les patients ayant d'importants symptômes aux genoux et de faibles niveaux de fonction. Ceci suggère qu'il faut interpréter et mesurer les symptômes et le fonctionnement du genou lors des activités quotidiennes. Les tests effectués avec l'IKDC 2000 sont reconnus comme étant des instruments de mesure valides et fiables, qui peuvent être utilisés pour comprendre les symptômes, le

fonctionnement et l'activité sportive pratiquée par les patients dont les genoux sont atteints, soit à cause de lésions ligamentaires ou méniscales ou en raison de la douleur patellofémorale et de l'osteoarthrite (Irrgang & Anderson, 2002; Irrgang *et al.*, 2001). L'IKDC 2000 a démontré une association significative avec la satisfaction du patient après la reconstruction du LCA (Kocher *et al.*, 2002). Les résultats tirés du IKDC 2000 peuvent être mis en contexte et les décisions qui en découlent visent avant tout le bien-être des patients (Anderson *et al.*, 2006).

3.3.2 L'évaluation clinique

L'évaluation clinique de l'articulation du genou peut être effectuée à l'aide de tests de laxité ligamentaire et de différents tests fonctionnels. Ces différents outils d'évaluation donnent un portrait général de la condition du genou qui influencera la conduite du clinicien. Les différents tests de laxité permettent au clinicien d'identifier les structures lésées suite à des traumatismes ou blessures chroniques (Lee *et al.*, 1988). Malgré la facilité avec laquelle le clinicien peut identifier les structures anatomiques lésées à l'aide de tests de laxité, il demeure difficile d'évaluer l'impact de la chirurgie et de la guérison sur la fonction dynamique de l'articulation.

Les chercheurs ont utilisé plusieurs méthodes d'évaluation dans le but de mieux comprendre les différents facteurs qui peuvent influencer la fonction du genou, L'étude exhaustive de la fonction du genou passe par l'évaluation des angles, des moments articulaires, de l'accélérométrie et de l'électromyographie. Une meilleure compréhension de ces différents éléments permet une évaluation clinique des multiples facteurs impliqués dans les différentes blessures rencontrées au niveau de l'articulation du genou.

3.3.2.1 L'évaluation de l'amplitude articulaire

La mobilité, faculté à pouvoir réaliser une action sur la plus grande amplitude articulaire possible, comprend le changement de position et la locomotion et peut être passive ou active. La mobilité passive est liée à la facilité que possède une articulation d'être mue, soit par l'examineur, soit par une autre force extérieure. La mobilité active est la faculté de mouvoir ou de se mouvoir volontairement (Fougeyrollas *et al.*, 1998). L'évaluation de l'amplitude articulaire du genou est effectuée en mesurant l'angle maximal de flexion ou d'extension du genou. L'évaluation de l'amplitude articulaire peut inclure également la capacité à faire une activité quotidienne ou sportive et même, la mesure de l'augmentation de l'amplitude articulaire dans le temps après une reconstruction ligamentaire (Fougeyrollas *et al.*, 1998). La mobilité peut donc se définir en considérant plusieurs aspects. Par conséquent, il est très

important de bien définir ce concept et ses attributs particuliers avant de procéder à sa mesure. Après une blessure ligamentaire ou même après l'intervention chirurgicale s'y rattachant, la mobilité du genou est diminuée. C'est-à-dire, les fonctions relatives à l'amplitude articulaire sont réduites. De ce fait, si la mobilité est restreinte, la capacité fonctionnelle de l'articulation est par le fait même atteinte.

L'évaluation de l'amplitude articulaire permet d'obtenir des données objectives quantitatives. Il s'agit d'une mesure clinique simple mais importante puisque la diminution de l'amplitude articulaire du genou peut être une complication postopératoire (Shaw *et al.*, 2004). Les cliniciens effectuent une évaluation active ou passive en flexion et extension du genou pour mesurer l'amplitude articulaire, en degré d'angle, à l'aide d'un goniomètre, instrument utilisé pour évaluer objectivement l'amplitude articulaire. La goniométrie est la mesure directe des angles articulaires et de leurs variations au cours du mouvement. L'avantage des goniomètres est de permettre facilement la mesure d'une composante principale du mouvement, surtout si elle est de grande amplitude (Michaud & Nordin, 2005). L'étude des mouvements complexes comportant des mouvements de translation nécessite une mise en œuvre plus délicate, et les goniomètres, dans ces cas, perdent leur avantage par rapport aux mesures optoélectroniques (Michaud & Nordin, 2005). Malgré la limitation de cet instrument de mesure, en raison de la fixité de l'axe du goniomètre alors que

l'axe articulaire du genou n'est pas stable, le goniomètre constitue un instrument de mesure valide et fiable (Shaw *et al.*, 2004; Watkins *et al.*, 1991).

Des études qu'ont mesuré l'amplitude articulaire du genou (Brosseau *et al.*, 2001; Barker *et al.*, 1999; Brosseau *et al.*, 1997; Watkins *et al.*, 1991) mettaient en évidence la validité ($r = 0,77$) et une excellente reproductibilité intraobservateur des mesures en flexion et extension (ICC = 0,99 et 0,98 respectivement), par contre la reproductibilité interobservateur était plus faible (ICC = 0,90 et 0,86). La reproductibilité de la flexion du genou était plus élevée pour une flexion de grande amplitude que pour une de petite amplitude. Dans des conditions optimales, le respect rigoureux des principes de goniométrie assure, pour l'interobservateur et l'intraobservateur, une précision variant de 3 à 5 degrés lors de la flexion/extension du genou (Royer & Cecconello, 2004; Brosseau *et al.*, 2001; Mayerson & Milano, 1984;). La reproductibilité interobservateur et la validité concurrente de 2 types de goniomètres ont été analysées en mesurant la flexion active du genou (Rheault *et al.*, 1988). La reproductibilité des mesures était de 0,87 et 0,83 respectivement pour le goniomètre universel et le goniomètre fluide, la validité était excellente ($r = 0,83$ et $r = 0,82$), mais l'étude montrait que pour optimiser l'analyse, les mesures doivent être effectuées par le même examinateur, sur le même goniomètre. Les mesures obtenues par différents goniomètres n'étaient pas reproductibles entre les examinateurs, et les goniomètres ne pouvaient être interchangeables.

La flexion et l'extension sont les mouvements principaux du genou. La position de référence est constituée lorsque la jambe est dans l'axe de la cuisse. L'extension éloigne la face postérieure de la cuisse de la face postérieure de la jambe. Elle est normalement de 0°. Un récurvatum est possible, surtout passivement, de 5 à 10°. La flexion rapproche la face postérieure de la cuisse de la face postérieure de la jambe. La flexion active atteint 140° si la hanche est fléchie, 120° si la hanche est étendue (diminution de l'efficacité des ischio-jambiers). La flexion passive peut atteindre 160° et permet au talon d'entrer en contact avec la fesse (Michaud & Nordin, 2005). L'amplitude de flexion nécessaire au genou pour exécuter la marche (même en pente) ne requiert pas 90°. Mais elle passe par contre entre 90° et 120° pour s'asseoir ou monter les escaliers. Pour descendre des escaliers, il faut une flexion supérieure à 110° et pour prendre un bain 135° (Rowe *et al.*, 2000).

3.3.2.2 L'évaluation de la laxité

La mesure de la laxité du genou (translation du tibia par rapport au fémur dans le plan sagittal) permet d'apprécier objectivement la résistance mécanique du LCA et du LCP (Lerat *et al.*, 1988). À l'examen clinique la mesure de la laxité du genou est utilisée avec la recherche spécifique du signe de tiroir, du signe de Lachman, du «pivot shift» et du ressaut rotatoire (Boyer *et al.*, 2004). Ces mesures sont utilisées pour le diagnostic lésionnel initial indirect

ou pour le suivi des patients opérés (Moyen *et al.*, 1992). Selon Boyer *et al.* (2004), ces évaluations cliniques ont une grande valeur et doivent être considérées par le clinicien dans son impression diagnostique. Par contre, force est de constater qu'elles sont insuffisantes pour quantifier objectivement la laxité du genou. En effet, ces tests de laxité se basent sur des mesures qualitatives telles que l'amplitude mesurée en croix ou le caractère dur ou mou en fin du mouvement de translation imposé lors du tiroir (Boyer *et al.*, 2004). Les techniques de mesure de l'amplitude des laxités antérieures et postérieures du genou à l'aide des appareils ont été développées afin de pallier à ces lacunes. Ces appareils permettent, selon des protocoles bien établis, d'exercer une contrainte en tiroir avec une force déterminée sur le genou dans le but de mesurer avec précision la mesure du changement de positionnement entre les deux pièces osseuses étudiées. Ces mesures peuvent être exprimées en valeur absolue (déplacement) ou relative au genou sain (différentielle) (Boyer *et al.*, 2004). La mesure relative est souvent préférée parce que la laxité différentielle entre le genou normal et blessé tient compte de la laxité physiologique de base inhérente à la personne et présente, de ce fait, une utilité accrue pour établir le diagnostic de rupture des ligaments (Boyer *et al.*, 2004; Daniel *et al.*, 1985).

L'arthromètre KT-1000 (Figure 08) est un appareil mesurant la laxité qui possède de nombreuses qualités dont sa simplicité d'utilisation en contexte clinique, son innocuité (ne nécessite pas de radiographie) et son faible coût relatif. Ces diverses qualités lui ont assuré un grand succès et une utilisation

répandue dans les milieux cliniques (Boyer *et al.*, 2004). Quant à la mesure radiographique au moyen de l'appareil Telos (Figure 09), elle constitue actuellement, la mesure étalon et incontrournable de la laxité au genou qu'elle permet d'objectiver de manière précise (Boyer *et al.*, 2004). Les principes et la fiabilité de cet appareil ont été étudiés par Staubli *et al.* (1992) et sa fiabilité inter-observateur est adéquate. De plus, le Telos offre la possibilité de mesurer séparément les laxités de chaque compartiment fémoro-tibial, ce qui peut être intéressant lors de la comparaison du résultat anatomique des reconstructions avec ou sans plastie externe (Lerat *et al.*, 1997). Néanmoins, l'utilisation du Telos est assujettie à des règles strictes pour en assurer la validité. Ainsi, il est nécessaire d'obtenir un relâchement musculaire du patient et de s'assurer de bien contrôler la position du genou avec précision au moyen de la scopie avant de pouvoir prendre le cliché (Boyer *et al.*, 2004). Lerat *et al.* (1993) ont montré que les évaluations radiographiques et arthrométriques de la laxité étaient toutes les deux fiables, même si les mesures obtenues avec ces deux méthodes étaient différentes. Selon Anderson *et al.* (1992), une mesure de laxité donnée par un appareil ne peut pas être comparée de manière valide avec la mesure obtenue à l'aide d'un autre type d'appareil et ce, tant chez une personne saine que chez un patient présentant une laxité.



Figure 08 : A) L'appareil KT-1000; B) Mesure de la laxité



Figure 09 : A) L'appareil Telos; B) Mesure de la laxité

3.3.3 L'évaluation de la qualité de vie

Depuis quelques années, la mesure de la qualité de vie dans le domaine de la santé se généralise et prend de plus en plus d'importance dans l'évaluation des impacts des interventions. Les publications portant sur les mesures du

niveau de santé basées sur la propre perception du patient face à sa condition sont de plus en plus nombreuses. D'ailleurs, différentes expressions reliées à ces mesures sont utilisées dont celles de: «bien-être», «qualité de vie» et «patients reported outcome». Ces expressions sont souvent employées indifféremment en raison de la nouveauté de ce domaine d'investigation dont le vocabulaire n'est pas complètement clarifié et stabilisé (Lepège & Hunt, 1997). Les mesures de santé perçue visent à quantifier l'impact des maladies ou des interventions médicales sur le vécu des patients, en utilisant le point de vue subjectif de ces derniers. En effet, il est généralement admis que pour mieux soigner le patient, et pas seulement la maladie, le professionnel de la santé doit connaître le point de vue du patient. Les mesures sont donc élaborées à partir des réponses fournies par des sujets à des questionnaires. Ceux-ci sont développés selon des méthodes psychométriques et sont administrés dans le cadre d'études clinique, d'évaluation de service de santé ou d'enquêtes épidémiologiques (Beaton & Schemitsch, 2003). Il s'agit de contribuer à l'amélioration du bien-être des patients et de la satisfaction de la population vis-à-vis des traitements et du système de santé en général.

Ces questionnaires, complétés par les patients, peuvent toucher un large spectre de considérations allant des aspects purement physiologiques aux aspects psychosociaux en passant par l'aptitude à la reprise du travail (Di Fabio & Boissonnault, 1998). La recherche sur les indicateurs de qualité de vie est liée à la recherche d'indicateurs de résultats dans le secteur de la santé (Ware,

2000). En somme, la transformation actuelle des pratiques d'évaluation des traitements présente un aspect paradoxal entre la nécessité des mesures de qualité de vie et les limites inhérentes à ces mesures. D'une part, ces pratiques visent à de plus en plus intégrer les mesures de qualité de vie des patients ce qui permettrait d'élargir l'étude de l'impact des traitements à des paramètres autres que biomédicaux et de rencontrer par là, un certain nombre d'attentes des patients. D'autre part, cette démarche présente le risque d'être réduite à une simple évaluation quantitative évacuant le caractère dynamique et problématique que comporte la qualité de vie (Leplege & Hunt, 1997).

3.3.3.1 Le questionnaire «Short Form-36» (SF-36)

Les questionnaires d'évaluation de la qualité de vie sont construits sous une forme standardisée qui utilise des questions nécessitant des réponses fermées. Ils contiennent des questions générales qui portent sur l'état du patient au court d'un moment ou sur une période de temps définis dans le passé. Un inconvénient notable de ce type d'évaluations est leur difficulté à mesurer des changements discrets dans le temps mais ces évaluations permettent plutôt de mesurer les changements cliniquement significatifs selon le point de vue des patients (Shapiro *et al.*, 1996).

Le SF-36 comprend 36 questions portant sur les quatre semaines qui ont précédé le moment où le sujet est interrogé. Cette évaluation permet d'évaluer la qualité de vie dans huit domaines: l'état fonctionnel physique, les limitations dues à l'état physique, la vitalité, la santé psychique, les limitations dues à problèmes émotionnels, la vie sociale, la douleur physique et la santé générale (Ware & Sherbourne, 1992). L'état fonctionnel physique mesure les activités physiques telles que marcher, monter des escaliers, se pencher en avant, soulever des objets et les efforts physiques importants et modérés. Les limitations dues à l'état physique mesurent l'intensité de la gêne dans les activités de la vie quotidienne, les limitations de certaines activités ou la difficulté pour les réaliser. La vitalité est une auto-évaluation du niveau d'énergie et de fatigue. La santé psychique évalue l'anxiété, la dépression et l'émotion. Les limitations dues à problèmes émotionnels mesurent la gêne résultat des problèmes psychiques dans les activités quotidiennes, le temps moins important passé au travail et le travail bâclé. L'évaluation de la vie sociale mesure les limitations des activités sociales dues aux problèmes de santé physique et psychique. La douleur physique mesure l'intensité des douleurs et la gêne occasionnée. La santé générale évalue l'état de santé en général perçue par la personne et sa résistance à la maladie. À partir de ces huit domaines, il est aussi possible de calculer deux scores résumés soit, un score agrégé de santé physique (Physical Component Summary = PCS) et un score agrégé de santé mentale (Mental Component Summary = MCS). Pour chaque domaine on obtient un score variant de 0 à 100, les scores tendant vers 100 indiquent une

meilleure qualité de vie tandis que ceux tendant vers 0 signalent la présence de problèmes extrêmes. La version française du SF-36 montre de bonnes qualités métrologiques, les coefficients de Cronbach sont compris entre 0.79 et 0.95 pour les différentes sous-échelles, selon les études. Tous les items ont une corrélation avec leur propre échelle supérieure à 0.4 et la plupart du temps, cette corrélation est significativement supérieure à celle observée avec les autres échelles. Le taux de succès pour la validité discriminante est de 99.3%, ce qui signifie que les dimensions physiques et mentales présentent extrêmement peu de corrélation (Leplège *et al.*, 1995).

L'instrument de mesure de qualité de vie «Short Form-36 (SF-36)», est un questionnaire dit « générique »: il peut être administré à des sujets souffrants de problèmes de santé très variés, voire à des sujets en bonne santé (Hopman *et al.*, 2000). Cette propriété permet de nombreuses comparaisons qui facilitent l'interprétation des scores recueillis dans une étude particulière. De ce fait, le SF-36 est rapidement devenu, le standard de la mesure de la qualité de vie. De plus, il est très largement répandu dans la communauté médicale pour l'évaluation de la qualité de vie post-chirurgicale (Beaton & Schemitsch, 2003). Les études signalent ses qualités pour l'évaluation de la qualité de vie en orthopédie en général (Kosinski *et al.*, 1999) et plus spécifiquement pour le suivi de la chirurgie ligamentaire du genou (Shapiro *et al.*, 1996). Par contre, les études qui ont utilisés des questionnaires pour évaluer la qualité de vie après la prise en charge de luxation du genou sont très rares. À notre connaissance,

les qualités métrologiques du SF-36 en relation avec cette population spécifique n'ont pas encore fait l'objet d'études dans la littérature. Selon Stannard *et al.* (2003), les scores SF-36 appliqués à la luxation du genou reflèteraient à la fois la multitude des blessures subies par une luxation du genou et le fait que les procédures de traitement sont réalisées ou non avec succès.

Dans l'étude de Shapiro *et al.*, (1996) avec des patients qui ont subi un traitement chirurgical pour le LCA, le SF-36 fut assez sensible pour montrer des changements tout au long des 24 mois de suivi. Le SF-36 a également présenté une corrélation significative avec les scores de Lysholm ($P = 0.0001$) et de l'IKDC ($P=0.03$). Lors du suivi préopératoire le SF-36 a permis de différencier entre les lésions aiguës et les lésions chroniques du ligament ($P=0.0008$) et ce, au travers de trois domaines soit, l'état fonctionnel physique, les limitations dues à l'état physique et la douleur physique. Busija *et al.* (2008) ont montré, chez un groupe de patient avec lésion aux ligaments croisés, une amélioration des scores du SF-36 à 6 et à 24 mois de suivi. D'importants changements sont apparus surtout à 6 mois et les scores se sont avérés être plus élevés dans les domaines de la fonction physique, des limitations dues à l'état physique et la douleur. Calvisi *et al.* (2008) et Barber-Westin *et al.* (1999) signalent l'importance d'administrer le SF-36 avec les questionnaires de capacité fonctionnelle du genou dans le suivi de patients. Selon ces auteurs, le SF-36 fournit aux intervenants et aux chercheurs des informations importantes concernant les aspects de la santé du patient qui ne sont pas toujours considérés

adéquatement lors du suivi à la clinique d'orthopédie. L'utilisation de cet instrument permet également de comparer les résultats de la reconstruction des ligaments croisés (ou d'autres problèmes liés au genou) à d'autres problèmes de santé (Barber-Westin *et al.*, 1999). En effet, le SF-36 a fait l'objet de plus de 375 publications portant sur 100 diagnostics différents et 75 études sur des résultats de traitement (Ware, 1997). Le SF-36 paraît particulièrement sensible pour la détection de modifications minimales de la qualité de vie ou en dans des situations particulières (chez des sujets âgés, présence de comorbidité), là où les autres échelles de qualité de vie sont moins performantes (Shapiro *et al.*, 1996).

Chapitre IV

Approche Méthodologique

4.1 Design

La présente étude rétrospective descriptive a été réalisée avec des sujets ayant subi une reconstruction ligamentaire du LCA et LCP à l'aide du ligament artificiel du type LARS, suite à une luxation aigüe du genou entre 1996 et 2008 à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. L'Hôpital du Sacré-Cœur est un milieu privilégié pour l'étude de cette pathologie puisqu'il s'agit d'un centre de référence tant pour les blessures sportives que pour les traumatismes à haute vitesse. Ceci nous offre la possibilité d'évaluer tout le spectre des lésions des ligaments du genou. À ce jour, 140 sujets ayant une luxation du genou ont été opérés à cet hôpital entre 1996 et 2010 et font partie de notre base de données. Vingt patients ont été introuvables au cours du suivi, 39 patients avaient moins que 24 mois de suivi. Parmi les 81 restants, le protocole a été présenté à 74 personnes éligibles et parmi lesquelles 71 ont accepté de participer. Le traitement chirurgical effectué a consisté à réparer les structures ligamentaires déchirées à l'aide des ligaments synthétiques de type LARS à 1 faisceau pour le LCA et à 1 et 2 faisceaux pour le LCP. Les sujets ont été revus à la clinique

externe de l'hôpital. Les chercheurs qui ont participé au projet ont rencontré tous les participants afin de leur administrer les différents tests cliniques. La séance d'évaluation, qui était d'une durée totale d'environ 3 heures, comprenait l'évaluation de l'apparence du genou, un examen clinique régulier avec des tests d'instabilité articulaire et une mesure de l'amplitude de mouvement à l'aide d'un goniomètre. Une évaluation radiologique à l'aide de l'appareil de type Telos aux angles de 30° et 90° de flexion du genou a été effectuée. Le même protocole d'examen a été appliqué au genou controlatéral pour fin de comparaison. Lors de la visite, les sujets ont rempli des questionnaires qui permettent d'évaluer la capacité fonctionnelle du genou ainsi que le questionnaire SF-36 qui évalue le niveau de qualité de vie du sujet. Ce projet n'apporte aucun avantage ou bienfait médical direct aux sujets, à l'exception d'un bilan de l'état du genou opéré dont les résultats sont vulgarisés afin que le patient en comprenne bien la portée.

4.2 Considérations éthiques

Cette étude fait partie du projet de recherche intitulé: Évaluation rétrospective de la reconstruction du ligament croisé antérieur et du ligament croisé postérieur à l'aide des ligaments artificiels du type LARS post luxations aiguës du genou. Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique de

l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal (Annexe A). Des explications concernant l'étude ont été données aux sujets pressentis à participer. De plus, les 71 sujets qui ont accepté de participer à l'étude et qui correspondaient aux critères d'éligibilité (voir 4.6) ont signé un formulaire d'information et de consentement (Annexe B). Les règles d'éthiques conformes aux lignes directrices des trois conseils ont été respectées soit :

- La participation de chaque sujet à cette étude était tout à fait volontaire.
- Les sujets pouvaient se retirer de l'étude à tout moment.
- Les différentes évaluations effectuées au cours de l'étude étaient sans danger pour le participant.
- Tous les renseignements personnels recueillis au cours de l'étude adhèrent à une politique de confidentialité stricte, dans les limites prévues par la loi, et les participants ne sont identifiés que par un code.
- Aucune publication ou communication scientifique résultant de cette étude ne renferme d'information qui puisse permettre d'identifier les participants.

- Seules les personnes autorisées ont accès à la liste des noms des participants qui est conservée sous clé au laboratoire de recherche clinique en orthopédie de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal.

- Cette étude répond aux critères de base de toute recherche :
 - Faisabilité : design de l'étude est adapté aux ressources disponibles.
 - Intérêt : contribue à développer et optimiser les traitements chirurgicaux.
 - Innovation: aucune étude de ce type n'a été effectuée auparavant (avec un si grand échantillon de sujets et un suivi à long terme)
 - Éthique
 - Justification : voir pertinence de l'étude (3.4)

4.3 Aperçu du traitement chirurgical

Les données ont été rassemblées selon un protocole normalisé qui considère, l'événement traumatique, les dommages associés, les résultats effectifs, la reconstruction chirurgicale et les complications postopératoires. Plusieurs des patients suivis ont été référés des centres périphériques où les

premiers soins ont été administrés et ces patients étaient, par la suite, acheminés à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Les directives de l'Advanced Trauma Life Support (ATLS) ont été suivies étroitement lors de la prise en charge initiale des patients. Les luxations ouvertes ont été instamment irriguées et débridées dans la salle de chirurgie.

Tous les patients ont été temporairement immobilisés pour permettre la récupération des tissus mous avant la chirurgie reconstructrice. La reconstruction de toutes les structures importantes du genou luxé a été réalisée une fois que le patient était considéré médicalement stable et que les tissus mous étaient suffisamment en bonne condition. Les procédures chirurgicales permettaient d'effectuer des réparations des structures ligamentaires et méniscales déchirées ainsi que la reconstruction des ligaments avec des ligaments synthétiques de type LARS à 1 faisceau pour le LCA et à 1 et 2 faisceaux pour le LCP selon la technique décrite par Talbot *et al.*, (2004) et Laboureau (2001).

4.4 La phase de réadaptation

La physiothérapie a été débutée au premier jour post-opératoire selon un protocole intensif de réadaptation. Durant l'hospitalisation (environ 3 jours) une

séance de physiothérapie a été réalisée chaque jour. Par la suite, lors du congé du patient, les séances ont été effectuées 3 fois par semaine dans les 2 semaines suivantes et 2 fois par semaine ultérieurement jusqu'à 3 mois post-opératoire. Un régime quotidien d'exercice à la maison a été prescrit. En effet, la précocité du suivi s'avère le facteur pronostique positif le plus important dans la réadaptation des luxations aiguës du genou (Richter *et al.*, 2002). La phase initiale de la réadaptation visait la réduction de l'œdème, le suivi de l'amplitude de mouvement et des exercices progressifs d'étirement. Une orthèse articulée fut employée pour protéger les ligaments collatéraux et seulement la mise en charge partielle était permise au début. Le vélo stationnaire à basse résistance était utilisé dès que les patients atteignaient une amplitude de 115° de flexion. La mise en charge progressive était permise après une période d'environ 6 semaines pendant laquelle la force musculaire et la stabilité dynamique se rétablissaient.

L'étape suivante du protocole de réadaptation visait à améliorer la force musculaire lors d'exercices en chaîne fermée et également d'introduire progressivement les exercices de proprioception. Finalement, une fois l'œdème résolu, l'amplitude de mouvement regagnée, la sensibilité proprioceptive et la force récupérées, les patients ont commencé à faire de la course à pied et des exercices plyométriques (contraction excentrique rapide suivie immédiatement d'une contraction concentrique rapide) ont été introduits. Ils sont alors passés progressivement aux exercices de sport spécifiques. La période de progression

au travers de ce protocole de réadaptation dépendait fortement des besoins et particularités de chaque patient de même que des morbidités associées.

4.5 L'évaluation des patients

Les sujets ont été revus à la clinique externe d'orthopédie et au département de radiologie de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Les responsables du projet ont rencontré tous les participants afin de leur faire répondre le questionnaire démographique et d'évaluation subjective du genou et leur faire passer les différents tests cliniques.

4.5.1 L'évaluation clinique et radiologique

La séance comprenait l'évaluation de l'apparence du genou, un examen clinique régulier avec le test ligamentaire de Lachman, test du tiroir antérieur et tiroir postérieur et une mesure de l'amplitude de mouvement articulaire avec un goniomètre universel. Le centre du goniomètre est placé sur la projection cutanée du centre articulaire du genou, la branche fixe en direction du milieu du bord supérieur du grand trochanter et la branche mobile vers l'apex de la malléole latérale. La flexion et l'extension ont été mesurées avec le patient allongé sur le dos. L'extension a été mesurée avec un coussin sous le cou-de-

pied de façon à laisser s'installer un éventuel recurvatum. Le même protocole d'examen a été appliqué au genou controlatéral afin de se rapprocher au mieux des variations individuelles de chaque patient. Toutes les données ont été récoltées à l'aide d'un formulaire d'évaluation clinique (Annexe C).

Un protocole standardisé a été employé pour évaluer la laxité du genou à l'aide de l'appareil radiographique du type Telos (Telos, Marburg, Allemagne). Le LCA a été évalué à 30° de flexion du genou avec une force directionnelle postéro-antérieure de 150N appliquée sur l'épiphyse proximal du tibia. Pour le LCP, une force antéro-postérieure de 150N a été appliquée sur l'épiphyse proximal du tibia à 30° et à 90° de flexion du genou afin d'évaluer les reconstructions à un et à deux faisceaux. Une reconstruction du LCP à un faisceau (faisceau AL) a été réalisée pour les 11 participants de l'article I. Puisque ce faisceau serait le principal responsable de la tension antéropostérieure entre 40° et 120° de flexion (Race & Amis, 1996), l'évaluation de la laxité du LCP pour ces participants a été faite seulement à 90° de flexion. L'idée d'évaluer le LCP à 30° et à 90° de flexion a vu le jour suite au changement de technique par reconstruction à 2 faisceaux.

Toutes les lectures radiographiques ont été faites par le même radiologiste chevronné. Le même protocole a été appliqué au genou controlatéral pour fin de comparaison.

4.5.2 Les questionnaires subjectifs

Lors de la visite, les sujets devaient remplir : 1) le questionnaire de score de Lysholm (Annexe D) qui comporte huit éléments variables permettant d'évaluer le niveau de capacité fonctionnelle du genou: instabilité, douleurs, blocage, gonflement, escaliers, accroupissement, boiterie et canne; 2) le formulaire de «l'International Knee Documentation Committee» (IKDC 2000) (Annexe E) qui permet d'évaluer les symptômes et le fonctionnement du genou lors de l'activité sportive et quotidienne; 3) le questionnaire «Short-Form 36» (SF-36) (Annexe F) qui fournit des données sur l'état de santé et la qualité de vie du sujet; 4) le questionnaire d'activité de Tegner (Annexe G) et 4) le score fonctionnelle de Meyers (Annexe H).

4.5.3 Variables à l'étude

Les variables objectives et subjectives ainsi que les instruments de mesures sont décrits au Tableau I.

Variables Objectives		Variables Subjectives	
Instrument de mesure	Mesure	Instrument de mesure	Mesure
Radiologie Telos	Laxité du LCA à 30°	Formulaire Lysholm	Capacité fonctionnelle du genou
Radiologie Telos	Laxité du LCP à 30° et 90°	Formulaire IKDC 2000	Symptômes et fonctionnement du genou dans l'activité sportive et quotidienne
Goniomètre (clinique)	Amplitude articulaire en flexion	Formulaire SF-36	Santé et qualité de vie
Goniomètre (clinique)	Amplitude articulaire en extension	Questionnaire Tegner	Niveau d'activité
Test de Lachman	Examen ligamentaire du LCA	Échelle de Meyers	Capacité fonctionnelle du genou
Tiroir antérieur	Examen ligamentaire du LCA		
Tiroir postérieur	Examen ligamentaire du LCP		

Tableau I : Variables et instruments de mesure

4.6 Population de l'étude

4.6.1 Critères d'inclusion

- Sujets âgés de 18 ans et plus.
- Sujets qui se sont présentés soit à l'urgence, soit à la clinique externe d'orthopédie de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal avec une luxation aiguë du genou nécessitant un traitement chirurgical et qui ont choisi la reconstruction du LCA et LCP avec le ligament LARS, et qui pouvaient médicalement subir la chirurgie.
- Toutes luxations aiguës de 6 semaines ou moins.
- Sujets qui ont été opérés par le même chirurgien senior.

4.6.2 Critères d'exclusion

- Patients avec moins de 24 mois postopératoire
- Être âgé de moins de 18 ans.
- Physes ouvertes, soit du tibia proximal ou du fémur distal.
- Luxations de plus de 6 semaines ou chroniques.
- Infection au site opératoire.
- Tout sujet jugé médicalement incapable de subir une telle chirurgie par le département de médecine interne d'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal.

4.7 Gestion des données et analyses statistiques

Les données sur lesquelles les analyses statistiques ont été effectuées ont été répertoriées dans une base de données dont l'accès est limité à l'équipe de recherche. Les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant le programme SPSS version 17.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, EUA).

4.7.1 Description de la population

Dans le but de suivre l'évolution aux différents temps de mesures, des statistiques descriptives ont été utilisées pour décrire les données démographiques ainsi que les caractéristiques cliniques, fonctionnelles et radiologiques des genoux.

4.7.2 Analyses statistiques

Les protocoles expérimentaux utilisés ont permis d'obtenir des données en lien avec les hypothèses de recherche formulées. Les analyses statistiques effectuées ont permis de vérifier ces hypothèses. Les variables étudiées étaient quantitatives et continues. Le test de Shapiro-Wilk (seuil α établi à 0.05) a permis de vérifier la normalité de la distribution de ces variables. Parmi les variables utilisées, seuls le score de Lysholm et l'amplitude articulaire en

extension de l'article I ne suivaient pas une distribution normale. Les analyses statistiques effectuées pour chaque article sont décrites en détail dans leur section de méthodologie respective. Les puissances des tests statistiques, qui nous permettent de mesurer la probabilité que le test identifie une différence ou un effet significatif lorsqu'il en existe réellement un, ont été calculées *a posteriori* et ce, même pour les résultats qui présentaient une différence significative.

Chapitre V

Situation des articles dans la thèse

L'objectif de ce travail était de vérifier la stabilité offerte par le ligament artificiel au genou opéré et ce, en termes de laxité et d'amplitude articulaire. De plus, l'étude visait à évaluer l'état fonctionnel du genou opéré lors des reconstructions du LCA et LCP en tant que traitement des luxations aiguës du genou à court et à long terme. Les effets de ce traitement ont été évalués selon différents critères: la perception subjective du patient quant au niveau d'activité fonctionnelle du genou, la qualité de vie de même que l'amplitude articulaire et la laxité résiduelle. L'évaluation des impacts de ce traitement a été effectuée en trois études dont les résultats sont présentés dans cette thèse sous la forme de trois articles. En général, la thèse de doctorat par articles inclut des articles dont l'étudiant est le principal auteur. Cependant, conformément à la section B.1.2 du "Guide de présentation et d'évaluation des mémoires des maîtrises et des thèses de doctorat" de l'Université de Montréal, lorsque l'importance d'un article le justifie, celui-ci peut être inclus dans l'ouvrage même si l'étudiant n'est pas le principal auteur, pourvu qu'il a fait une contribution essentielle, majeure et déterminante à l'article. Cette directive permet donc l'intégration de l'article II à cette thèse, étant donné la pertinence de l'article en comparant la méthode de traitement utilisé lors de la luxation du genou aux autres traitements

déjà publiés dans la littérature. De plus, l'auteur de la présente thèse a eu une participation effective à la planification du projet, à l'évaluation des patients, aussi bien que la prise en charge de l'analyse des données, responsabilité de la véracité des données et participation à la rédaction de l'article.

Étant donné l'importance fonctionnelle du genou et face à cette lésion complexe qui affecte plusieurs structures importantes du genou, l'intervention chirurgicale s'avère nécessaire. Par conséquent, il est crucial de connaître les effets à long terme de ces interventions pour savoir si leurs effets bénéfiques sur les luxations perdurent et permettent surtout de maintenir la fonction du genou ainsi que la survie du ligament traité sur plusieurs années. L'efficacité à long terme de la reconstruction simultanée du LCA et du LCP avec des ligaments artificiels post-luxation aigue du genou est encore inconnue. En lien avec ce débat, l'article I de cette thèse a été élaboré avec l'objectif de combler cette lacune et de documenter les effets à long terme de l'utilisation du ligament artificiel du type LARS. Pour ce faire, une longue période de suivi fut nécessaire. Ainsi, les 11 premiers sujets qui ont reçu ce type de traitement ont participé à une étude préliminaire (première série de chirurgie) et ont été évalués à 2 ans post-op pour vérifier l'efficacité de ce traitement à court terme. À 7 ans post-op, les mêmes onze sujets ont été réévalués pour vérifier si les résultats prometteurs qui ont été observés à 2 ans perduraient durant une plus longue période de temps (7 ans).

L'interaction entre différentes structures rend difficile l'évaluation quantitative de l'impact d'un traumatisme grave et d'une chirurgie sur la biomécanique de l'articulation du genou. Il n'existe pas de lignes directrices quant aux interventions à préconiser dans les luxations du genou. En ce qui concerne les ruptures ligamentaires associées à ces luxations, il n'y a pas de consensus sur le type de greffe à utiliser pour les réparer. Quels que soient les gestes chirurgicaux réalisés sur le pivot central ou les structures périphériques, le risque de raideur est toujours présent. La discussion quant à la reconstruction du LCA et du LCP pour obtenir des résultats optimaux reste encore sujette à débat en raison de l'incidence de fibrose, les mauvais résultats fonctionnels et l'instabilité. L'article II propose la comparaison des résultats à ceux obtenus avec d'autres techniques de reconstructions de luxation du genou. De même que les résultats des luxations à haute énergie et à basse énergie. Enfin l'étude présente la comparaison des luxations du genou classées selon les ligaments atteints.

Il n'y a pas si longtemps, l'intérêt principal pour la chirurgie du ligament du genou était le traitement du LCA, ce dernier étant le plus souvent blessé. Récemment, il semble y avoir moins de polémique au sujet de son traitement chirurgical et, par conséquent, ces dernières années, l'attention s'est de plus en plus orientée sur des investigations cliniques et biomécaniques des résultats de la reconstruction chirurgicale du LCP. Les chirurgiens qui réalisent des reconstructions du LCP à un faisceau se sont historiquement concentrés

uniquement sur la reconstruction du faisceau antérolatéral. Cependant, puisque le LCP se compose de deux faisceaux principaux de fibres, il y a un intérêt certain à reconstruire le faisceau antérolatéral et postéromédial, afin d'accroître la stabilité postérieure du tibia durant toute l'amplitude de mouvement du genou. L'article III consiste à évaluer et à comparer les effets des reconstructions du LCP à un faisceau et à deux faisceaux en utilisant le ligament artificiel du type LARS dans les luxations aiguës du genou.

Chapitre VI

Résultats sous la forme d'articles

6.1 Article I: Acute Knee Dislocation: 2 and 7 Year Follow-ups after Reconstruction of ACL and PCL Using Artificial Ligaments

*Eros De Oliveira Jr, Pierre Ranger, Alexandre Renaud, Philippe Phan,
Josee Delisle, Julio Fernandes*

Article à être soumis

6.1.1 Contribution des auteurs dans l'article

Eros De Oliveira Jr: planification du projet, acquisition de données, l'analyse des données, responsabilité de la véracité des données et rédaction du manuscrit

Pierre Ranger: conception du projet, chirurgien qu'a opéré les 71 genoux inclus dans l'étude, expertise clinique pour la discussion

Alexandre Renaud: révision critique du manuscrit et acquisition de données

Philippe Phan: révision critique du manuscrit

Josee Delisle: révision et contribution au contenu

Julio Fernandes: supervision de l'étude, expertise clinique pour la discussion et révision critique du contenu intellectuel

Acute Knee Dislocation: 2 and 7 Year Follow-ups after Reconstruction of ACL and PCL Using Artificial Ligaments

**Eros De Oliveira Junior^{1,2}; Pierre Ranger¹; Alexandre Renaud¹;
Philippe Phan¹; Josee Delisle¹; Julio Fernandes^{1,2}**

¹*Hôpital du Sacré-Cœur, University of Montreal, Montreal, QC, Canada*

²*Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, PR, Brazil*

Abstract

Anterior and posterior cruciate ligament reconstruction using artificial ligaments has been associated with a high failure rate. The objective of this retrospective study was to assess the long term knee function and stability after acute knee dislocation and its reconstruction with LARS artificial ligaments. Eleven patients were evaluated at 2 and 7 years after reconstructive surgery. For

each patient, the outcomes of the operated knee were compared to those of the uninjured knee. The range of motion (ROM) evaluation and the Telos radiologic laxity exam was performed in each knee. Patient's self-perceived functional and quality of life outcomes were assessed using the Lysholm and SF-36 questionnaires. On the one hand, there were no significant differences, in terms of laxity and knee extension ROM between 2 and 7 year follow-ups, for either ACL or PCL reconstruction. On the other hand, significant improvements of the differential ROM in flexion as well as the Lysholm scores were found in the long term. The mean Lysholm score increased significantly from 62.3 at the 2 years to 79.4 at 7 years follow-up whereas the differential ROM in flexion between the operated and non-operated knee significantly diminished from 15.6° at 2 years to 9.4° at 7 years follow-up. These findings demonstrate sustained results in terms of function and revealed the durability of LARS artificial ligaments at 7 years after reconstruction for acute dislocated knee reconstruction.

Key words: knee dislocation, ACL, PCL, artificial ligament.

Introduction

The tearing of knee ligaments can occur following a high or low speed traumatism (Talbot *et al.*, 2004). When the knee is affected by multiple ligament injuries resulting in a multidirectional instability, it is generally considered as being dislocated. More precisely, knee dislocation is formally defined as being the loss of contact between the articular surfaces of the femur and the tibia (Brautigan & Johnson, 2000). The type of reparation required after the massive damage inflicted to soft tissue in the dislocated knee is subject to debate due to the complexity and fragility of the knee joint structures. Although instability is the more threatening consequence of ligament damage, the most serious long-term complication among patients presenting a knee dislocation remains the rigidity and decrease in range of motion (ROM) (Yeh *et al.*, 1999).

The anterior cruciate ligament (ACL) and posterior cruciate ligament (PCL) are among the most important structures for knee stability because of their capacity to limit the anterior and posterior displacement of the tibia over the femur. The intervention recommended in knee dislocation involves the reconstruction of many structures including the ACL and PCL. Current literature suggests the use of either allograft, autograft or synthetic ligaments for such reconstruction (Gao *et al.*, 2010; Ibrahim *et al.*, 2008; Chhabra *et al.*, 2005; Laboureau, 2001; Yeh *et al.*, 1999; Harner *et al.*, 1996; Cazenave *et al.*,

1994). The use of allograft tendons has addressed the problem of the morbidity and the autograft, which is frequently used, requires a long period of postoperative rest because of the weakness of the graft at the early stage of recovery when the revascularisation and transformation of its collagen matrix occur (Laboureau, 2001). In the early 80's, when the first synthetic ligaments have been developed, the majority of them were manufactured in polyester. Their use in knee reconstructions was well received until many failures have occurred due to the poor quality and poor survival of the materials used. Since polyester ligaments are normally braided or woven, the main consequence of their continuous stress in the knee joint is to be permanently stretched overtime due to arrangement of the fibers (Mascarenhas & MacDonald, 2008). This latter aspect dissuaded the surgeons to use this method.

The Ligament Advanced Reinforcement System (LARS) (Surgical Implants and Devices, Arc-sur-Tille, France) is a polyester synthetic ligament specially conceived for ligament reconstructions. According to Laboureau (2001), the LARS distinguishes itself from other artificial ligaments because of its increased hard-wearing and better fibroblastic growth. The implantation of an artificial ligament is simple, fast, non traumatic and avoids the sacrifice of another tendon that is often prejudicial for knee kinematics (Cazenave *et al.*, 1994). Although beneficial results have been reported in short-term follow-up of LARS reconstruction (Gao *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2009; Talbot *et al.*, 2004), no study has compared long-term outcomes of such reconstruction after acute

dislocation. The main objective of this study is to compare the function and laxity of the knee at 2 years and 7 years post-reconstructive surgery for acute knee dislocation with LARS synthetic polyester ligaments.

Material and Methods

Eleven patients have participated to the study and were evaluated 2 and 7 years after reconstructive surgery using LARS. These patients were followed for unilateral knee dislocation at the Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal. All participants gave their informed consent to the study which has been approved by the Ethics committee of Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal. All knee reconstructions were performed by the senior author (PR) with the same surgical technique in all patients. Patients were initially managed according to the advanced-trauma life support guidelines. One open dislocation was treated emergently with irrigation and debridement. All knees were provisionally stabilized with a knee immobilizer or an external fixation while awaiting recovery of soft tissues prior to ligament reconstruction. Angiography was selectively performed depending on the physical findings and on the results of the ankle-brachial index. A medial parapatellar arthrotomy was performed in all cases. The knee joint was assessed for damage to the cruciate ligaments, cartilage or menisci. Meniscal tears were repaired whenever possible. LARS

artificial ligaments were used to reconstruct the ACL, the PCL and the posterolateral corner, whenever torn, in all injured knees. The ACL and PCL stumps were sutured with heavy non-absorbable sutures. Only the antero-lateral bundle of the PCL was reconstructed. The surgical procedure to implant the ACL and the PCL was performed as described by Talbot *et al.* (2004) in a previous study.

Postoperatively physical therapy was started on the first day. Only toe-touch weight-bearing was allowed at early stages of recovery. Ice and interferential currents were used in order to decrease swelling. Indomethacin (25 mg tid for three weeks) was given to patients when this medication was not contraindicated. All patients followed an intense rehabilitation protocol. The initial phase of this rehabilitation program focused on regaining range of motion using passive and active exercises. Moreover, a prescribed home based exercises program was performed in between physical therapy sessions. As soon as the ROM in flexion reached 115°, patients started a low-resistance stationary cycling program. Only when adequate muscle strength and control were regained, progressive weight-bearing was allowed with the brace to protect the collateral ligaments. This program usually took at least six weeks to complete. After then, focus was shifted to strengthening with closed-chain exercises, including squats and cycling with increasing resistance. The next step was centred on the practice of proprioceptive exercises. Once the swelling has been resolved and balance, proprioception and strength regained, patients started jogging and moved on to sport-specific drills as tolerated. The time of

progression through this rehabilitation protocol was highly variable for each patient.

For each patient, the outcomes of the operated knee were compared to those of the uninjured knee. The functional status of the knee was evaluated using the Lysholm score. Self-perceived quality of life following the surgery was assessed with the Short Form-36 (SF-36). The SF-36 was administered only in 7 years follow-up. The ROM was assessed in a standardized fashion with a universal goniometer (Brosseau *et al.*, 2001). Anterior and posterior laxities were evaluated radiologically with Telos stress system (Telos, Marburg, Germany). The readings were all done by the same experienced bone radiologist. The laxity of ACL was evaluated with the knee at 30° of flexion using a pressure of 15 kPa directed postero-anteriorly on the tibia. The laxity of PCL was evaluated with the knee at 90° of flexion using a pressure of 15 kPa directed antero-posteriorly on the tibia. Continuous variables with normal distribution (flexion ROM and laxity) were analysed by Analysis of Variance (ANOVA), and continuous variables with non-normal distribution (Lysholm scores and extension ROM) were analysed by Wilcoxon Signed Rank test. The statistical analyses were performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS, version 17.0). A p value <0.05 was considered statistically significant.

Results

Eleven patients participated in the study. All of them had unilateral knee dislocation and underwent the same reconstructive surgical procedure. Among them, there were 10 males and 1 female, with a mean age of 36.8 (\pm 6.05) years. The surgical procedure took place for mean time of 14 (\pm 13) days after knee dislocation. Four cases involved the unilateral lesion of right knee and seven cases involved the left knee. In nine subjects the dislocation resulted from a high energy trauma. Both the ACL and PCL were ruptured in all cases and knee dislocation injuries were classified according to Schenck (1994). Seven dislocations were classified as KD IIIM, three KD IIIL and one KD IV. The laxity of the operated knee was compared to that uninjured knee and the differential was classified as normal (no difference), grade I (difference between 1 and 5 mm), grade II (between 5 and 10 mm) and grade III ($>$ 10 mm). Due to the limited number of participants within "knee dislocation injuries" and "grade of differential laxity" subgroups, no statistical analysis could be performed with sufficient power to validly compare these subgroups. Figure 01 presents the grade of differential laxity at 2 and 7 years after surgery. Six knees had injury in both medial and lateral meniscus. Medial or lateral meniscus injuries were present in three and two knees, respectively. The posterolateral corner was reconstructed in four cases. The peroneal nerve was injured in four

cases. One case presented arthrofibrosis and needed revision for arthrolysis. No cases of infection were reported following the surgical procedure.

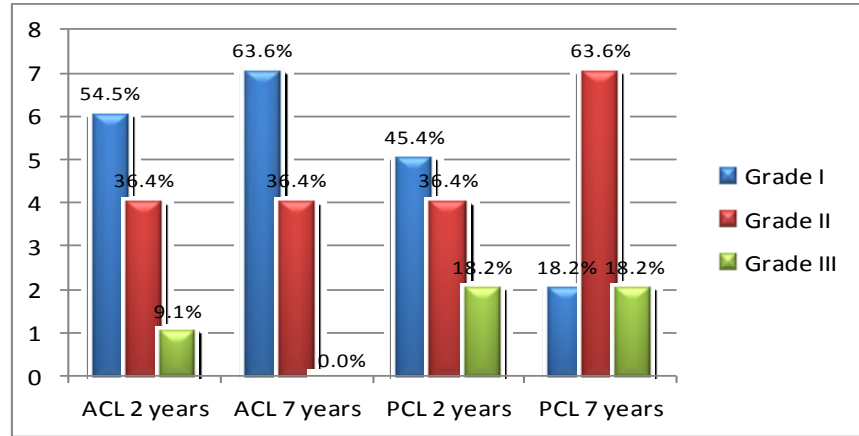


Figure 01: Grade of differential laxity for ACL and PCL (subjects and percentages).

Figure 02 presents the SF-36 questionnaire scores which have been assessed only at the 7 years follow up. The greatest scores obtained were for the social functioning subscale that reaches 87.5 (± 17.7) and the general health subscale reaching 83 (± 15.3).

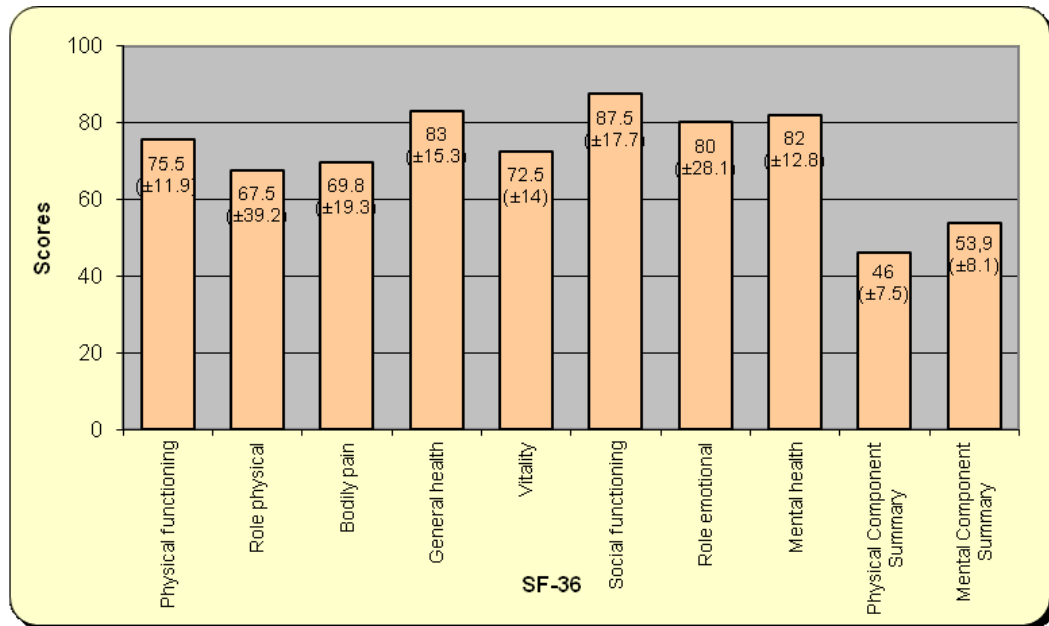


Figure 02: Average SF-36 scores and standard deviation at the 7 years follow up.

The mean Lysholm score significantly increased from 62.3 (± 18.7) at the 2 years follow-up to 79.4 (± 20.7) at 7 years ($P=0.033$). The differential ROM in flexion between the uninjured and the operated knee was significantly diminished from 15.6° at 2 years follow-up to 9.4° at 7 years. The difference in the absolute values of ROM in flexion between the operated and uninjured knee was significant at 2 years but this difference was non-significant at 7 years follow-up. Table I presents means ROM for knee flexion after 2 years and 7 years of follow-up. In terms of differential ROM in extension, no significant differences were found between 2 and 7 years follow up. However, when absolute values of knee extension were compared between the operated and the uninjured knees, a significant difference was observed for the 2 years follow-up but this difference was not significant after 7 years (Table II). There was no significant difference in the mean differential laxity between the operated and the uninjured knee evaluated with Telos between 2 and 7 years follow up, neither for ACL nor for PCL. However, there was a significant difference in absolute laxity of PCL between the operated and the uninjured knee either at 2 years or at 7 years of follow up. Table III presents mean laxity measures at 2 and 7 years of follow-up.

Follow-up	Knee	Flexion (\pm SD) (SEmean)	CI	<i>P</i> -values uninjured/operated (statistical power)	Mean differential uninjured/operated (\pm SD) (SEM)	CI	<i>P</i> -values differential at 2 to 7 years (statistical power)
2 years	uninjured	132,4° (\pm 5,9) (1,79)	3,5	0,006* (92%)	15,6° (\pm 13,6) (4,10)	8,1	0,008* (83%)
	operated	116,8° (\pm 14,3) (4,33)	8,5				
7 years	uninjured	129,9° (\pm 6,3) (1,91)	3,7	0,068 (76%)	9,4° (\pm 13,3) (4,01)	7,8	
	operated	120,5° (\pm 13,1) (3,94)	7,7				

Table I: Mean of ROM in flexion, standard deviation (SD), standard error of the mean (SEmean), statistical power and confidence interval (CI).

* $p < 0,05$ significance level

Follow-up	Knee	Extension (\pm SD) (SEmean)	CI	<i>P</i> -values uninjured/operated (statistical power)	Mean differential uninjured/operated (\pm SD) (SEM)	CI	<i>P</i> -values differential at 2 to 7 years (statistical power)
2 years	uninjured	2,8° (\pm 4,4) (1,33)	2,6	0,018* (71%)	3,0° (\pm 3,5) (1,07)	2,1	0,313 (67%)
	operated	-0,2° (\pm 2,5) (0,77)	1,5				
7 years	uninjured	2,5° (\pm 2,2) (0,68)	1,3	0,069 (78%)	1,6° (\pm 2,7) (0,81)	1,6	
	operated	0,9° (\pm 2,3) (0,70)	1,4				

Table II: Mean of ROM in extension, standard deviation (SD), standard error of the mean (SEmean), statistical power and confidence interval (CI).

* $p < 0,05$ significance level

Follow-up	Knee	Mean laxity (\pm SD) (SEmean)	CI	<i>P</i> -values uninjured/operated (statistical power)	Mean laxity differential uninjured/operated (\pm SD) (SEM)	CI	<i>P</i> -values differential at 2 to 7 years (statistical power)																											
ACL 30° 2 years	uninjured	3,6 (\pm 2,8) (0,84)	1,6	0,065 (52%)	3,4 (\pm 5,3) (1,08)	3,1	0,227 (46%)																											
	operated	7,1 (\pm 5,1) (1,56)	3,1					ACL 30° 7 years	uninjured	3,5 (\pm 3,1) (0,90)	1,7	0,512 (53%)	1,0 (\pm 4,8) (0,67)	2,9	operated	4,5 (\pm 3,5) (1,05)	2,1	PCL 90° 2 years	uninjured	1,1 (\pm 1,7) (0,53)	1,1	0,002* (95%)	6,2 (\pm 4,7) (1,17)	2,8	operated	7,3 (\pm 3,5) (1,05)	2,1	0,081 (49%)	PCL 90° 7 years	uninjured	1,9 (\pm 1,8) (0,58)	1,2	0,001* (99%)	7,9 (\pm 2,6) (0,79)
ACL 30° 7 years	uninjured	3,5 (\pm 3,1) (0,90)	1,7	0,512 (53%)	1,0 (\pm 4,8) (0,67)	2,9																												
	operated	4,5 (\pm 3,5) (1,05)	2,1					PCL 90° 2 years	uninjured	1,1 (\pm 1,7) (0,53)	1,1	0,002* (95%)	6,2 (\pm 4,7) (1,17)	2,8	operated	7,3 (\pm 3,5) (1,05)	2,1	0,081 (49%)	PCL 90° 7 years	uninjured	1,9 (\pm 1,8) (0,58)	1,2	0,001* (99%)	7,9 (\pm 2,6) (0,79)	1,5	operated	9,8 (\pm 3,1) (0,92)		1,8					
PCL 90° 2 years	uninjured	1,1 (\pm 1,7) (0,53)	1,1	0,002* (95%)	6,2 (\pm 4,7) (1,17)	2,8																												
	operated	7,3 (\pm 3,5) (1,05)	2,1				0,081 (49%)	PCL 90° 7 years	uninjured	1,9 (\pm 1,8) (0,58)	1,2	0,001* (99%)	7,9 (\pm 2,6) (0,79)	1,5	operated	9,8 (\pm 3,1) (0,92)	1,8																	
PCL 90° 7 years	uninjured	1,9 (\pm 1,8) (0,58)	1,2	0,001* (99%)	7,9 (\pm 2,6) (0,79)	1,5																												
	operated	9,8 (\pm 3,1) (0,92)	1,8																															

Table III: Laxity (in mm) for ACL and PCL, standard deviation (SD), standard error of the mean (SEmean), statistical power and confidence interval (CI).

* $p < 0,05$ significance level

Discussion

Characteristics of the sample of patients in the present study are similar to those observed in previous reports (Ranger et al., 2011;Howells et al., 2011;Peskun et al., 2010;Talbot et al., 2004). This sample is representative of the population of patients with knee dislocation. Seven dislocations were

classified as KD IIIM, three KD IIIL and one KD IV. Most of the patients had an injury affecting at least 3 ligaments (ACL, PCL and one of the collateral). There was no case of patient with a slight injury affecting only one ligament. Stable outcomes of knee laxity, good functional status and quality of life that are observed 7 years after reconstruction surgery with LARS artificial ligament cannot be attributed to the fact that patients had light injury. This suggests that patients with knee dislocations from KD-III and KD-IV injuries could benefit from the long terms effects of reconstruction with LARS artificial ligaments. Nau *et al.* (2002) have compared the outcomes of ACL reconstructions using bone-patellar tendon-bone (BPTB) to those of reconstructions using LARS, in patients with chronic knee instability. The results suggest an earlier return to activities of daily living with LARS compared to BPTB repair. When assessing 156 ACL reconstructions with LARS after 4 years follow-up, Gao *et al.* (2010) obtained 94.5 points in Lysholm score. The side-to-side difference in anterior laxity was more than 5mm in only 3% of patients. Dericks (1995) reported encouraging results in 220 cases of reconstruction of the ACL with a mean follow-up of 2.5 years. Li *et al.* (2009) compared the use of four strand hamstring graft to LARS in cases of single-bundle PCL reconstructions for injury isolated to PCL. These authors found better results in the LARS group for laxity, Tegner, Lysholm and IKDC scores. The choice of the optimal ligament graft, as well as surgical technique for an effective reconstruction of the ACL and PCL after total acute knee dislocation remains subject of debate.

Nevertheless, the consensus for goals of treatment is to regain a functional, painless knee with a full range of motion.

Data from the present study show encouraging results regarding the quality of life perceived by patients 7 years after reconstruction with LARS. According to the results of the SF-36 survey, seven patients reported to have excellent or very good health status, three reported good health status and one that their health status is fair. Thus, a great proportion of patients (ten out of eleven: 91%) have an overall positive perception of their health status 7 years after surgery. The subscores for the physical (PCS) and mental components (MCS) of the SF-36 survey (46 and 53.9, respectively) were comparable to the values in the study of Hirschmann *et al.* (2010) (PCS=50 and MCS=54) for reconstruction of the cruciate ligaments after knee dislocation with patellar tendon autograft for ACL and quadriceps tendon autograft for PCL. Our values are also similar to those reported in the Canadian population (PCS=52±8.00 and MCS=50.9±9.0) aged between 35 and 44 years old (Hopman *et al.*, 2000). Our patients showed a high score regarding the social functioning, general health, mental health and emotional role. The vitality, bodily pain and role physical subscales suggest that the functional tasks that were previously easy and simple to performer with the knee during activities of daily living, became complex, difficult and require more energy after surgical procedure for knee dislocation.

The mean Lysholm score observed in the present study, which was improved after 7 years of follow-up (79.4), is similar to that observed in other reports. Mean scores ranging from 74 to 91 have been reported for knee dislocations treated surgically (Liow *et al.*, 2003; Fanelli, 2003; Richter *et al.*, 2002; Ibrahim, 1999; Yeh *et al.*, 1999; Harner *et al.*, 1996; Shapiro & Freedman, 1995). Talbot *et al.* (2004) obtained 71.7 in Lysholm score after 2 years follow-up using LARS reconstruction for the knee with multiple ligament damage post acute dislocation. Data from Hirschmann *et al.* (2010) showed 83 for mean Lysholm score with ACL and PCL reconstructed with ipsilateral autograft. Engebretsen *et al.* (2009) used both autograft and allograft, with a trend toward using autograft later in the study enrollment period. The average Lysholm score for your patients was 83 points. Shapiro & Freedman (1995) reported an average Lysholm score of 74 at 4 years follow-up after allograft replacement for the ACL and PCL in 7 patients with traumatic knee dislocation. Yeh *et al.* (1999) have found a mean Lysholm score of 84 in a group treated surgically with autograft after knee dislocation (without reparation of ACL) after 2 years of follow-up. An important finding of the present study was that the majority of knee dislocation patients (73%) obtained a good functional status in 7 years with Lysholm score rated above 80 points. Based on these data, we believe that these patients had good functional results despite the fact that the mean laxity differential in PCL was 7.9mm. The results show an improvement of knee function after knee reconstruction with LARS ligament. This suggests that the increased quality of life (SF-36) might be related to the level of knee function

(Lysholm) as reported by Shapiro *et al.*, (1996). Due to the small sample size, correlations between SF-36 and Lysholm were not significant. Such correlations may have been significant with a larger sample size.

The interesting finding of the present study is a decrease in the mean differential uninjured/operated knee in flexion ROM after 7 years follow-up, whereas the differential extension remained basically invariable. This is a relevant finding since the most frequent problem that remains after reconstruction of traumatic knee dislocations is the lack of full flexion or extension of the knee, even after the completion of the rehabilitation program (Ohkoshi *et al.*, 2002). Some studies have shown that the presence of stiffness and the ROM decline were more disabling factors than instability and the risk of arthrofibrosis has been a major concern following an acute reconstruction, particularly if it involves both cruciate ligaments (Owens *et al.*, 2007; Liow *et al.*, 2003; Ohkoshi *et al.*, 2002). Although some surgeons have advocated for more delayed reconstruction, the surgery delay in the series of the present study was relatively short, reaching only up to 3 weeks after injury. This time period might be sufficient to allow significant recovery since patients were able to regain range of motion. Only one patient, who developed arthrofibrosis and required a revision for arthrolysis, did not follow the daily home exercises prescribed between physical therapy sessions. Our results do not support view that early intervention runs a higher risk of producing arthrofibrosis and loss of movement. The ROM was similar to other series, which the mean knee flexion

range from 123° to 139° and loss of extension from 3° to 10° (Hirschmann *et al.* 2010; Eranki *et al.* 2010; Ibrahim *et al.* 2008; Owens *et al.* 2007; Liow *et al.* 2003; Ohkoshi *et al.* 2002; Yeh *et al.* 1999).

Wascher *et al.* (1999) and Noyes & Barber-Westin (1997) reported that patients who underwent simultaneous allograft reconstruction of both the ACL and PCL after knee dislocation can improve the stability and help regain normal range of motion. Thanks to their complex geometry and complementary, the cruciate ligaments work in association in order to provide optimal stability of the knee joint throughout the ROM. Thus, ACL or PCL rupture breaks this association and the stability of the knee is then changed (Yeh *et al.*, 1999). The use of artificial ligaments graft in the present study showed comparable results to those found in other series of patients who had reconstruction of their cruciate ligaments after traumatic knee dislocation. Harner *et al.* (2004) reported results of surgical reconstruction using allograft after knee dislocation. The mean Lyshol score was 87, loss of flexion and extension was 12° and 1° respectively. Ibrahim *et al.* (2008) performed a study using autologous graft for cruciate ligaments and LARS artificial graft for medial and lateral ligaments after knee dislocation. They reported excellent and good results with an average Lysholm score of 91. The KT-1000 measurements showed a mean of 0.1mm side-to-side difference for ACL and 2.6mm for PCL. Talbot *et al.* (2004) with TELOS stress device showed 6.1mm and 7.3mm for ACL and PCL respectively. Despite the fact that the posterolateral corner was not assessed in

the patients of the present study, it is important to highlight that 3 cases that had reconstruction of posterolateral corner (reconstructed in four cases) showed the largest PCL laxity (2 grade III and 1 grade II). Failure to address the posterolateral corner has been shown to be a risk factor for elongation and failure of PCL reconstructions (Sekiya *et al.*, 2005). Nevertheless our patients were able to perform gait and drop-landing activities with the operated knee in a way similar to the activities performed by the uninjured knee, showing that functional activities remain possible although residual laxity is still present at the injured knee. As noted by Shelbourne & Muthukaruppan (2005), the subjective functional results seem to be no dependent on the amount of objective laxity. A possible explanation for the reduction (although no statistically significant) of laxity measurement in ACL at 7 years for operated knee is the potential activation of the hamstring muscles during the stress radiography with Telos device, this could withhold the anterior displacement of the tibia. Despite the instructions given to patients to relax as much as possible during the evaluation has been emphatically provided, unwanted contractions might have biased laxity measured. This statement is purely theoretical since no assessment was carried out in order to measure the activity of hamstring muscles while using the Telos device. The laxity in the present study was assessed using Telos device. A study comparing the KT-1000 to Telos showed that the laxity measured by this later device was on average 3mm greater than that measured by the KT-1000 (Jardin *et al.*, 1999). This difference may partly account for the PCL laxity found in our study compared to measures in other

studies. It is therefore difficult to compare our laxity results to those of studies that have used the KT-1000.

Conclusion

The major goals of the intervention in acute knee dislocation were to regain knee function, reduce the pain and regain full ROM. The artificial ligament can potentially decrease the morbidity related to the removal of the extensor apparatus of the knee and provide a good postoperative functional recovery after 7 years. The outcomes following the reconstruction using LARS seems to be constant over the time and to reveal an appropriate durability of the LARS artificial ligaments at 7 years follow up after the reconstruction for acute knee reconstruction, without loss of ROM or development of fibrosis. The only case of fibrosis occurred probably due to the non-compliance of the patient with his daily home-based exercises. On the basis of these results for reconstruction of acute cases, we advocate reconstruction of both cruciate ligaments and repair of collateral injuries. However, due to the relatively small sample size of patients and the lack of statistical power for some of the comparisons performed, some bias such as type II error in the interpretation of the results cannot be ruled out in the present study. We believe that both limits are inherent components of such knee dislocations, as they are rare and quite complex. Therefore, future investigations with a larger sample should address whether

the beneficial outcomes of LARS reconstruction are still maintained over time periods longer than 7 years. The assessment of the causes of failures will allow to document appropriate surgical techniques and to develop the guidelines principles that must be strictly respected in order to achieve the best results. In this perspective, one must also consider that the comparative assessment of the advantages and the disadvantages of the transplants available and their respective outcomes must be consider in order to better define the indications of the various ligaments reconstruction's methods.

Acknowledgments

We acknowledge Mrs. Marie-France Poirier for the research coordination, Julie Fournier (research assistant) and Sylvie Sanson (patient recruitments).

No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the authors or upon any organization with which the authors are associated.

Reference

Brautigan B & Johnson DL (2000). The epidemiology of knee dislocations. *Clin Sports Med* **19**, 387-397.

Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreault C, Goudreault M, & Gringras S (2001). Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil* **82**, 396-402.

Cazenave A, Baert D, & Ridoux PE (1994). [Reconstruction of the anterior cruciate ligament with artificial ligament (Ligastic). Clinical results in 72 patients]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **80**, 413-419.

Chhabra A, Cha PS, Rihn JA, Cole B, Bennett CH, Waltrip RL, & Harner CD (2005). Surgical management of knee dislocations. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* **87 Suppl 1**, 1-21.

Dedmond BT & Almekinders LC (2001). Operative versus nonoperative treatment of knee dislocations: a meta-analysis. *Am J Knee Surg* **14**, 33-38.

Dericks GJ (1995). Ligament advanced reinforcement system anterior cruciate ligament reconstruction. *Op Tech Sports Med* **3**, 187-205.

Engbretsen L, Risberg MA, Robertson B, Ludvigsen TC, & Johansen S (2009). Outcome after knee dislocations: a 2-9 years follow-up of 85 consecutive patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **17**, 1013-1026.

Eranki V, Begg C, & Wallace B (2010). Outcomes of operatively treated acute knee dislocations. *Open Orthop J* **4**, 22-30.

Fanelli GC (2003). Evaluation and treatment of the multiple ligament injured knee. *Arthroscopy* **19 Suppl 1**, 30-37.

Gao K, Chen S, Wang L, Zhang W, Kang Y, Dong Q, Zhou H, & Li L (2010). Anterior cruciate ligament reconstruction with LARS artificial ligament: a multicenter study with 3- to 5-year follow-up. *Arthroscopy* **26**, 515-523.

Harner CD, Olson E, Irrgang JJ, Silverstein S, Fu FH, & Silbey M (1996). Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction: 3- to 5-year outcome. *Clin Orthop Relat Res* 134-144.

Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, & Irrgang JJ (2004). Surgical management of knee dislocations. *J Bone Joint Surg Am* **86-A**, 262-273.

Hirschmann MT, Zimmermann N, Rychen T, Candrian C, Hudetz D, Lorez LG, Amsler F, Muller W, & Friederich NF (2010). Clinical and radiological outcomes after management of traumatic knee dislocation by open single stage complete reconstruction/repair. *BMC Musculoskelet Disord* **11**, 102.

Hopman WM, Towheed T, Anastassiades T, Tenenhouse A, Poliquin S, Berger C, Joseph L, Brown JP, Murray TM, Adachi JD, Hanley DA, & Papadimitropoulos E (2000). Canadian normative data for the SF-36 health survey. Canadian Multicentre Osteoporosis Study Research Group. *CMAJ* **163**, 265-271.

Ibrahim SA (1999). Primary repair of the cruciate and collateral ligaments after traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* **81**, 987-990.

Ibrahim SA, Ahmad FH, Salah M, Al Misfer AR, Ghaffer SA, & Khirat S (2008). Surgical management of traumatic knee dislocation. *Arthroscopy* **24**, 178-187.

Jardin C, Chantelot C, Migaud H, Gougeon F, Debroucker MJ, & Duquennoy A (1999). [Reliability of the KT-1000 arthrometer in measuring anterior laxity of the knee: comparative analysis with Telos of 48 reconstructions of the anterior cruciate ligament and intra- and interobserver reproducibility]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **85**, 698-707.

Laboureau J (2001). Reconstruction of posterior cruciate ligament rupture and posterolateral instability with synthetic ligaments. *Ed Sc Méd Els SAS-Paris Surg Tech Orthop Traumatology* 55-540-C-20.

Li B, Wen Y, Wu H, Qian Q, Wu Y, & Lin X (2009). Arthroscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: retrospective review of hamstring tendon graft versus LARS artificial ligament. *Int Orthop* **33**, 991-996.

Liow RY, McNicholas MJ, Keating JF, & Nutton RW (2003). Ligament repair and reconstruction in traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* **85**, 845-851.

Mascarenhas R & MacDonald PB (2008). Anterior cruciate ligament reconstruction: a look at prosthetics - past, present and possible future. *Mcgill J Med* **11**, 29-37.

Nau T, Lavoie P, & Duval N (2002). A new generation of artificial ligaments in reconstruction of the anterior cruciate ligament. Two-year follow-up of a randomised trial. *J Bone Joint Surg Br* **84**, 356-360.

Noyes FR & Barber-Westin SD (1997). Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Use of early protected postoperative motion to decrease arthrofibrosis. *Am J Sports Med* **25**, 769-778.

Ohkoshi Y, Nagasaki S, Shibata N, Yamamoto K, Hashimoto T, & Yamane S (2002). Two-stage reconstruction with autografts for knee dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 169-175.

Owens BD, Neault M, Benson E, & Busconi BD (2007). Primary repair of knee dislocations: results in 25 patients (28 knees) at a mean follow-up of four years. *J Orthop Trauma* **21**, 92-96.

Pugh L, Mascarenhas R, Arneja S, Chin PY, & Leith JM (2009). Current concepts in instrumented knee-laxity testing. *Am J Sports Med* **37**, 199-210.

Richter M, Bosch U, Wippermann B, Hofmann A, & Krettek C (2002). Comparison of surgical repair or reconstruction of the cruciate ligaments versus nonsurgical treatment in patients with traumatic knee dislocations. *Am J Sports Med* **30**, 718-727.

Runyan BR, Bancroft LW, Peterson JJ, Kransdorf MJ, Berquist TH, & Ortiguera CJ (2007). Cyclops lesions that occur in the absence of prior anterior ligament reconstruction. *Radiographics* **27**, e26.

Schenck RC Jr (1994). The dislocated knee. *Instr Course Lect* 43:127-136

Sekiya JK, Haemmerle MJ, Stabile KJ, Vogrin TM, Harner CD (2005). Biomechanical analysis of a combined double-bundle posterior cruciate ligament and posterolateral corner reconstruction. *Am.J Sports Med* **33**, 360-369.

Shapiro MS & Freedman EL (1995). Allograft reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after traumatic knee dislocation. *Am J Sports Med* **23**, 580-587.

Shelbourne KD & Muthukaruppan Y (2005). Subjective results of nonoperatively treated, acute, isolated posterior cruciate ligament injuries. *Arthroscopy* **21**, 457-461.

Talbot M, Berry G, Fernandes J, & Ranger P (2004). Knee dislocations: experience at the Hopital du Sacre-Coeur de Montreal. *Can J Surg* **47**, 20-24.

Wascher DC, Becker JR, Dexter JG, & Blevins FT (1999). Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Results using fresh-frozen nonirradiated allografts. *Am J Sports Med* **27**, 189-196.

Yeh WL, Tu YK, Su JY, & Hsu RW (1999). Knee dislocation: treatment of high-velocity knee dislocation. *J Trauma* **46**, 693-701.

6.2 Article II: Evaluation of reconstructive surgery using artificial ligaments in 71 acute knee dislocations

*Pierre Ranger; Alexandre Renaud; Philippe Phan; Philippe Dahan;
Josee Delisle; Eros De Oliveira Jr.*

Article publié dans le journal International Orthopaedics, Octobre 2011

6.2.1 Contribution des auteurs dans l'article

Pierre Ranger: conception du projet, chirurgien qu'a opéré les 71 genoux inclus dans l'étude, rédaction du manuscrit

Alexandre Renaud: rédaction du manuscrit, acquisition de données

Philippe Phan: révision critique du manuscrit

Philippe Dahan: expertise clinique pour la discussion

Josee Delisle: révision et contribution au contenu

Eros De Oliveira Jr: planification du projet, acquisition de données, analyse des données, responsabilité de la véracité des données, rédaction du manuscrit

Evaluation of reconstructive surgery using artificial ligaments in 71 acute knee dislocations

**Pierre Ranger¹; Alexandre Renaud¹; Philippe Phan¹; Philippe Dahan¹;
Josee Delisle¹; Eros De Oliveira Jr.^{1,2}**

¹Hôpital du Sacré-Cœur, University of Montreal, Montreal, QC, Canada

²Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, PR, Brazil

Abstract

This retrospective study assessed the results of 71 patients with knee dislocations who underwent acute combined repair and reconstruction using Ligament Advancement Reinforcement System (LARS) artificial ligaments between June 1996 and May 2008 with a follow-up between two and eight years. The outcome measures used were the Lysholm score, the International Knee Documentation Committee form (IKDC 2000), the Tegner activity level score, the Meyers ratings, Telos stress radiography, range of motion and

clinical knee stability testing. When comparing high- versus low-energy dislocations and knee dislocation (KD) II/III versus KD IV injuries, a better Lysholm score for the knee dislocation (KD) II/III group was found compared with the KD IV group. The subjective and objective findings from our study are satisfactory and comparable with the results of other studies of knee dislocations. Our findings suggest that with a mean follow-up of 54 months, acute combined repair and reconstruction with LARS ligaments is a valid alternative for treating knee dislocations.

Introduction

Knee dislocation, although very rare, remains a devastating injury with many complications because of the complex nature of this trauma. The best treatment for knee dislocation is yet to be determined. Nonoperative treatment, which was once deemed acceptable [1], is now reserved for very-low-demand patients. The introduction of surgical treatment was later shown to be more effective than conservative treatment [2, 3]. It began with the primary repair of the injured ligaments [4–6], then evolved into the era of reconstruction [7–18]. Surgical reconstruction is now the standard of care for most patients, although good results were recently achieved with repair [4]. The optimal surgical treatment remains controversial. The timing of the surgery and the nature of the

graft are still a subject of debate. Because of the numerous structures damaged in knee dislocations, surgeons have been successfully using combinations of autografts and allografts for complete knee ligament reconstruction.

In the past thirty years, many synthetic prostheses have been used for ligament reconstruction such as the Carbon, the Gore-Tex, the Dacron, the Leeds-Keio artificial ligament and the Kennedy ligament augmentation device. After an initial wave of enthusiasm, disadvantages including poor long-term stability and a propensity to cause synovitis and effusions diminished their popularity and made those implants less suitable for clinical use [19]. Since then, a new generation of artificial ligaments has emerged. The Ligament Advanced Reinforcement System (LARS) (Surgical Implants and Devices, Arc-sur-Tille, France) has shown promising results. It recently has been used in isolated anterior cruciate ligament (ACL) [20, 21] and posterior cruciate ligament (PCL) [22–24] reconstruction and has shown good short- to mediumterm results. LARS was also lately used in knee dislocations for reconstruction of the collateral ligaments [12]. Acute combined repair and reconstruction of both cruciate ligaments, the posterolateral corner (PLC), the lateral collateral ligament (LCL) and the medial collateral ligament (MCL) using LARS ligaments has been the treatment of choice for knee dislocations at our institution. The purposes of the study were to report the results of patients treated with our surgical method and to compare them with those of other surgical reconstruction techniques for knee dislocation.

Patients and methods

From June 1996 to May 2010, 140 patients with acute knee dislocations were admitted to our institution. We reviewed the charts and surgical protocols of all patients treated by the senior author (PR) for knee dislocations. We collected the following data according to a standardised protocol: traumatic events, associated injuries, operative findings, surgical reconstruction and postoperative complications. The follow-ups ranged from two to eight years after the surgical intervention. We proceeded to the reconstruction of all major structures in the injured knee once the patient was medically stable and when the soft tissues were in sufficiently good condition. A medial parapatellar arthrotomy was done in all cases. After fully assessing the knee joint, meniscal tears that were amenable to repair were repaired first. The ACL and PCL stumps were sutured using a heavy nonabsorbable suture. Once the cruciate ligaments were sutured, the ACL and PCL were reconstructed with LARS ligaments. Patients operated upon prior to June 2001 had only their anterolateral PCL bundle reconstructed. Patients operated upon after June 2001 had both the anterolateral and posteromedial PCL bundles reconstructed using two different artificial ligaments. The collateral ligaments were approached via appropriate medial or lateral incisions. MCL, LCL and PLC avulsions were fixed with intraosseous sutures. Midsubstance tears were sutured and reinforced with LARS ligaments. Depending on the injured structures of the PLC, LARS

ligaments were positioned to reconstruct the LCL using bony tunnels in the fibular head and the distal femur and/or the popliteus with bony tunnels in the tibia and the distal femur [25].

Postoperatively, physical therapy was started on the first day and an intensive rehabilitation protocol was followed, as it was shown to be the most important positive prognostic factor following knee dislocation surgery [2]. To prevent heterotopic ossification, indomethacin (25 mg thrice daily for three weeks) was prescribed to patients able to take nonsteroidal anti-inflammatory drugs. The initial phase of rehabilitation was aimed at decreasing swelling and regaining range of motion (ROM) with active and passive exercises. Progressive strengthening and stretching exercises were also introduced. Low-resistance stationary cycling was initiated as soon as ROM permitted it. Daily home exercises were prescribed between physical therapy sessions. An adjustable hinged brace was used for the first 12 weeks to protect collateral ligament reconstructions, and only toe-touch weight bearing was allowed at first. Progressive weight bearing was permitted over this period as muscle strength and dynamic stability were regained. After 12 weeks, full weight bearing was allowed with a functional brace. The next step of the rehabilitation protocol was to progress strengthening to closed-chain exercises and to introduce progressive proprioceptive exercises. Finally, once the swelling had resolved and when adequate ROM, proprioception and strength had been regained, patients started jogging, and plyometric exercises were introduced.

They then moved on progressively to sport-specific drills as tolerated. The time of progression through the rehabilitation protocol was highly dependent on the individual patient and associated morbidities. Return to sports was possible with a functional brace at a minimum of six months postoperatively or later upon completion of the protocol.

Functional status was evaluated using the Lysholm score, the International Knee Documentation Committee form (IKDC 2000), the Tegner activity level score and the Meyers ratings. Knees were evaluated for ROM using standardised goniometry techniques. Knee stability was assessed with varus and valgus stress at 0° and 30°, Lachman, pivot shift, anterior drawer, posterior drawer, tibial step-off sign, varus recurvatum and dial test at 30° and 90° of knee flexion. Laxity was compared with the uninjured knee and was classified as normal, grade 1 (difference between 1 and 5 mm), grade 2 (between 5 and 10 mm) and grade 3 (>10 mm). Pivot shift was classified as normal, grade 1 (glide), grade 2 (clunk) and grade 3 (gross). Dial test and varus recurvatum were graded as normal or abnormal. A standardised protocol was used to evaluate knee laxity with Telos stress radiography (Telos, Marburg, Germany). The readings were all done by the same experienced bone radiologist. The ACL was evaluated at 30° of flexion with an anteriorly directed pressure of 15 kPa on the proximal tibia. For the PCL, a posteriorly directed pressure of 15 kPa was used at 30° and 90° of flexion. The same protocol was

carried out on the normal side, and results of ligamentous laxity were expressed as side-to-side difference.

Statistical analysis was performed using SPSS version 17.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Descriptive statistics were used to describe the clinical characteristics and functional and radiological outcomes. Bivariate comparisons were made using the chi-square test for dichotomic data. Student's t test was used to compare different groups of patients and to highlight any difference between groups in terms of injury mechanism or ligamentous injury. A p value of <0.05 was considered statistically significant.

Results

One hundred and forty patients with acute knee dislocations were admitted to our institution. Thirty-nine of these patients had not reached the minimal 24 months follow-up at the time of review. Ten patients had to be excluded for the following reasons: five had bilateral injuries, two had chronic lesions over six weeks, two were converted to a total knee arthroplasty (TKA) and one had normal cruciate ligaments upon surgery. Patients with bilateral knee dislocations were excluded, as it was impossible to acquire measurements with the Telos, as a contralateral uninjured knee is necessary to do so. Twenty

patients were lost to follow-up. Ten did not come to the evaluation for geographic reasons; these patients lived several hours from our center. Three patients refused to participate, and the rest moved and could not be reached by telephone. Of the 71 patients remaining, including 57 men and 14 women, the mean patient age was 38.5 years [standard deviation (SD) ± 13.4]. High-energy trauma was responsible for 48 (67.6%) dislocations and low-energy trauma for the other 23 (32.4%). On average, surgery took place 10.8 days (SD ± 8.0) after injury. Only 12 patients (16.9%) had surgery over 14 days after injury (range 15–49 days). Twenty-four patients (33.8%) had a single-bundle PCL reconstruction, whereas 47 (66.2%) had a double-bundle PCL reconstruction. Average follow-up was 54 months (SD ± 19.9) (range 24–96 months). Injuries were classified according to Schenck classification [26]. All patients had at least a bi-cruciate injury. There were three KD II, 28 KD III L, 29 KD III M and 11 KD IV. Mean Lysholm score at follow-up was 78.5 (SD ± 18.5), the IKDC 2000 score obtained for 67 patients was 67.9 (SD ± 19.9) and Tegner activity score for 45 patients was 5.0 (SD ± 1.7). According to the Meyers ratings, of 45 patients, 11 had excellent (score 4), 28 had good (score 3), five had fair (score 2) and one had a poor (score 1) scores, for a mean score of 3.1 (SD ± 0.67). Concerning articular amplitudes, mean flexion was 118.7° (SD $\pm 10.6^\circ$) with an average flexion loss of 14.6° ($\pm 11.0^\circ$) compared with the uninjured knee. The difference in flexion between the injured and uninjured knees was statistically significant ($p = 0.003$). Extension was measured as the degrees missing or exceeding 0° of extension, a negative value representing a flexion deformity.

Mean extension was 0.6° (SD $\pm 4.6^\circ$), with an average extension loss of 2.6° (SD $\pm 3.6^\circ$) compared with the opposite knee. This difference was also statistically significant ($p < 0.001$). For laxity evaluation, Table 1 shows the results for anterior, posterior, valgus and varus laxity. The dial test was abnormal for five patients at 30° and/or 90° , with three patients having increased knee external rotation at both amplitudes. No patient had varus recurvatum. Mean Telos scores were calculated relative to the contralateral knee. Mean results were 2.4 mm (SD ± 5.8) for the ACL, and 3.8 mm (SD ± 3.6) for the PCL at 30° of flexion and 7.6 mm (SD ± 4.1) at 90° of flexion.

Table 1 Knee stability

Scores according to Lachman and knee dislocation (KD) evaluations					
	Lachman (n=71)	Anterior drawer (n=71)	Pivot shift (n=71)	Posterior drawer (n=71)	Tibial stepoff sign (n=71)
Normal	30 (42.3%)	34 (47.9%)	49 (69.0%)	9 (12.7%)	0 (0%)
Grade 1	35 (49.3%)	30 (42.3%)	17 (23.9%)	39 (54.9%)	36 (50.7%)
Grade 2	4 (5.6%)	5 (7.0%)	3 (4.3%)	22 (31.0%)	27 (38.0%)
Grade 3	2 (2.8%)	2 (2.8%)	2 (2.8%)	1 (1.4%)	8 (11.3%)
	Valgus 0°	Valgus 30°	Varus 0°	Varus 30°	
	KD III-M & KD IV (n=40)	KD IIIM & KD IV (n=40)	KD IIIL & KD IV (n=39)	KD IIIL & KD IV (n=39)	
Normal	27 (67.5%)	16 (40.0%)	26 (66.6%)	14 (35.9%)	
Grade 1	13 (25.0%)	19 (47.5%)	12 (30.8%)	22 (56.4%)	
Grade 2	0 (0%)	5 (12.5%)	1 (2.6%)	3 (7.7%)	
Grade 3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	

Tables 2 and 3 show comparison of results between high- and low-energy trauma and between KD II/III and KD IV injuries. The only result that was statistically significant was a better Lysholm score for the KD II/III group compared with the KD IV group ($p=0.023$). There were four open dislocations (5.6%) that were debrided on an urgent basis followed by ligament reconstruction between five and 11 days after the initial surgery.

Table 2 Knee function for knee dislocations (KD) with all four ligaments ruptured (KD IV) vs two or three ligaments ruptured (KD II and KD III)

IKDC 2000 International Knee Documentation Committee, *ROM* range of motion, *ACL* anterior cruciate ligament, *PCL* posterior cruciate ligament

Evaluation method (<i>n</i>)	KD IV (<i>n</i> =11)	KD II and KD III (<i>n</i> =60)	<i>P</i> value
Lysholm score (71)	66.9	80.6	*0.023
Tegner score (45)	4.4	5.1	0.242
Meyers score (45)	3.0	3.1	0.683
IKDC 2000 score (67)	58.6	69.8	0.089
Telos (71)	ACL:	2.8	0.208
	PCL 30°	5.1	0.192
	PCL 90°	9.1	0.197
ROM (71)	Flexion	116.9	0.534
	Extension	0.4	0.835

Table 3 Knee function scores for knee dislocations in high-energy trauma vs low-energy trauma (*n*)

	High-energy (48)	Low-energy (23)	<i>P</i> value
Lysholm score (71)	77.5	80.4	0.554
Tegner score (45)	4.9	5.1	0.851
Meyers score (45)	3.0	3.3	0.083
IKDC2000 score (67)	66.2	71.2	0.329
Telos (71)	ACL	3.8	0.164
	PCL 30°	3.8	0.959
	PCL 90°	7.6	0.924
ROM (71)	Flexion	118.0	0.407
	Extension	0.1	0.166

Nine knees (12.7%) had vascular injuries requiring reconstruction by a vascular surgeon, and two patients had a compartment syndrome requiring immediate fasciotomies. Thirteen patients (18.3%) sustained an injury to the peroneal nerve. Associated fractures to ipsilateral lower limbs included fractures to one lateral femoral condyle, four medial femoral condyles, one tibial plateau, five peroneal heads, one tibial pilon, two fractures and dislocations of the hip, one open tibial fracture, one open calcaneum fracture and three patellar tendon avulsions. There were two posterolateral irreducible dislocations and one proximal tibiofibular-joint dislocation. Three patients

sustained spinal fractures, and five patients had pelvic fractures (three open). Five others were polytrauma patients. Fourteen patients had fractures to the contralateral lower limb.

Complications

Fourteen patients (19.7%) needed revision for arthrolysis. Fifteen patients (20.8%) developed heterotopic ossification that was visible on the Telos stress radiography. Two patients required ACL revision using the patellar tendon after sustaining a second knee injury. One patient had a screw removal. There was one case of infection among the patients lost to follow-up. This patient was at high risk of infection due to his intravenous drug use.

Discussion

The rarity of high-level evidence studies comparing surgical technique and graft selection in the surgical treatment of knee dislocation results in a lack of evidence based recommendations. With this study, we evaluated the results of patients who sustained a knee dislocation and were treated with surgical reconstruction using LARS ligaments. The study has some weaknesses. First of

all, like almost all studies on knee dislocations, this study was a retrospective case series, which is considered a level IV of evidence. Patient evaluations were not done at the same time; therefore, not all of them completed all subjective questionnaires. However, at least 45 patients completed all subjective evaluations, this number being higher than the majority of the other studies on knee dislocations; it is sufficient to conclude that satisfying and comparable results were obtained with reconstruction using LARS ligaments. Also, 20 patients were lost to follow-up, mainly for geographic reasons. Patients from the entire province, including the northern territories, are referred to our trauma center. It is sometime difficult to reassess those patients several years after their operation. The study of Engebretsen et al [8] was the only one in the literature to have a size similar to ours, with 85 patients, and they reported 36 dropouts out for a total of 121 patients. The major strength of this study is the size of its population, which included the largest number of patients with knee dislocations (71) treated acutely (under six weeks) and the second largest after Engebretsen et al [8] (85), which combined acute and chronic patients. As one reviews the literature, the size of the other studies reporting acute reconstruction varies between seven and 50 patients [8, 10–13, 15, 17, 18]. Another strength is that this study presents the longest follow-up for LARS ligament reconstruction, at up to 96 months. The mean Lysholm score was 78.5. It is within range of those reported in the literature, which varies from 74.7 to 91 for acute reconstruction studies [8, 10–13, 15, 17, 18], from 75 to 87.6 for chronic reconstruction studies [7, 10, 13, 17] and between 83 and 91.2 for a mixed

cohort of acute and chronic reconstructions [8, 9]. To our knowledge, the IKDC 2000 score was only used in a single study on knee dislocations by Engebretsen et al [8] and our score of 67.9 (SD \pm 19.9) was very similar to theirs of 64 (SD \pm 20). Concerning the Tegner activity score, our result of 5.0 (SD \pm 1.7) is also comparable with the other scores in the knee dislocation literature, which vary between 3.9 and 5.3 [2, 4, 7–9, 11–13, 15, 17]. Finally, regarding the Meyers rating, 39 of 45 patients (86.7%) had excellent or good scores. This result is also within range of published data for Meyers rating, which range from 74.2% to 87.8% [5, 10–12] for excellent or good scores.

When comparing the results of high- vs. low-energy dislocations and KD II/III vs. KD IV injuries, we found a better Lysholm score for the KD II/III group. The difference between the IKDC 2000 score almost reached significance. There was no significant difference between patients who suffered from high- and low-energy dislocations. Engebretsen et al [8] reported significantly worse outcomes for high-energy knee dislocations in terms of Lysholm scores and triple-hop test and for the Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOSADL) and Lysholm score for KD IV injuries. For assessing stability, clinical examination and Telos stress radiography were used. Most patients had satisfying knee stability on clinical examination. Though most studies rely on the KT1000 knee-ligament arthrometer to test knee laxity postreconstruction, Telos measurements were chosen for this study because two comparative studies have shown superior and more precise measurements using

the Telos when quantifying PCL stability [27, 28]. A recent review by Pugh et al [29] on the different instrumented knee-laxity-testing devices concluded that the best device to evaluate posterior laxity was the Telos; they suggested using the KT1000 arthrometer or the Rolimeter to assess anterior laxity. The accuracy of the Telos and the KT1000 not being the same, it is difficult to compare the results with the studies that used the KT1000, especially for the PCL. The value of 7.6 mm (SD \pm 4.1) for posterior tibial displacement at 90° of flexion seems very high compared with the results obtained in other studies with the KT1000, but it must be considered that Margheritini et al [28] found that the KT2000 (which uses the same components as the KT1000 with the added feature of graphic documentation via an X-Y plotter [29]) underestimated the degree of posterior laxity compared with the Telos and that techniques performed at 90° of knee flexion for assessing posterior knee stability allow for greater posterior tibial displacement and resulted in easier quantification of PCL insufficiency.

In terms of complications, 14 of 71 patients (19.7%) in our study needed revision for arthrolysis. This rate is comparable with that acquired in other studies, where it ranged from 4% to 57% [8, 10, 13, 15, 17, 18]. In summary, the subjective and objective results of this study show that acute combined repair and reconstruction with LARS ligaments is a valid alternative for treating knee dislocations. Randomised, prospective trials are now needed to compare graft selection and timing of the surgical reconstruction.

Acknowledgements

The authors thank Mrs. Julie Fournier (research assistant), Mrs. Sylvie Samson and Mrs. Marie-France Poirier (research coordinator).

Conflict of Interest: none

Reference

1. Taylor AR, Arden GP, Rainey HA (1972) Traumatic dislocation of the knee. A report of forty-three cases with special reference to conservative treatment. *J Bone Joint Surg Br* 54(1):96–102
2. Richter M, Bosch U, Wippermann B, Hofmann A, Krettek C (2002) Comparison of surgical repair or reconstruction of the cruciate ligaments versus nonsurgical treatment in patients with traumatic knee dislocations. *Am J Sports Med* 30(5): 718–727
3. Wong CH, Tan JL, Chang HC, Khin LW, Low CO (2004) Knee dislocations- a retrospective study comparing operative versus closed immobilization treatment outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 12(6):540–544.

4. Owens BD, Neault M, Benson E, Busconi BD (2007) Primary repair of knee dislocations: Results in 25 patients (28 knees) at a mean follow-up of four years. *J Orthop Trauma* 21(2):92–96.
5. Rios A, Villa A, Fahandezh H, de Jose C, Vaquero J (2003) Results after treatment of traumatic knee dislocations: A report of 26 cases. *J Trauma* 55(3):489–494.
6. Sisto DJ, Warren RF (1985) Complete knee dislocation. A followup study of operative treatment. *Clin Orthop Relat Res* (198):94-101
7. Bin SI, Nam TS (2007) Surgical outcome of 2-stage management of multiple knee ligament injuries after knee dislocation. *Arthroscopy* 23(10):1066–1072.
8. Engebretsen L, Risberg MA, Robertson B, Ludvigsen TC, Johansen S (2009) Outcome after knee dislocations: A 2-9 years follow-up of 85 consecutive patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17(9):1013–1026.
9. Fanelli GC, Edson CJ (2002) Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the multiple ligament injured knee: 2- to 10-year follow-up. *Arthroscopy* 18(7):703–714.
10. Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, Irrgang JJ (2004) Surgical management of knee dislocations. *J Bone Joint Surg Am* 86-A(2):262-273
11. Ibrahim SA (1999) Primary repair of the cruciate and collateral ligaments after traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 81(6):987–990.

12. Ibrahim SA, Ahmad FH, Salah M, Al Misfer AR, Ghaffer SA, Khirat S (2008) Surgical management of traumatic knee dislocation. *Arthroscopy* 24(2):178–187.
13. Liow RY, McNicholas MJ, Keating JF, Nutton RW (2003) Ligament repair and reconstruction in traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 85(6):845–851.
14. Ohkoshi Y, Nagasaki S, Shibata N, Yamamoto K, Hashimoto T, Yamane S (2002) Two-stage reconstruction with autografts for knee dislocations. *Clin Orthop Relat Res* (398):169-175.
15. Shapiro MS, Freedman EL (1995) Allograft reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after traumatic knee dislocation. *Am J Sports Med* 23(5):580–587.
16. Shelbourne KD, Haro MS, Gray T (2007) Knee dislocation with lateral side injury: Results of an en masse surgical repair technique of the lateral side. *Am J Sports Med* 35(7):1105–1116.
17. Tzurbakis M, Diamantopoulos A, Xenakis T, Georgoulis A (2006) Surgical treatment of multiple knee ligament injuries in 44 patients: 2-8 years follow-up results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(8):739–749.
18. Yeh WL, Tu YK, Su JY, Hsu RW (1999) Knee dislocation: Treatment of high-velocity knee dislocation. *J Trauma* 46(4):693–701.
19. Mascarenhas R, Macdonald PB (2008) Anterior cruciate ligament reconstruction: A look at prosthetics - past, present and possible future. *Mcgill J Med* 11(1):29–37.

20. Liu ZT, Zhang XL, Jiang Y, Zeng BF (2010) Four-strand hamstring tendon autograft versus lars artificial ligament for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop* 34(1):45–49.
21. Nau T, Lavoie P, Duval N (2002) A new generation of artificial ligaments in reconstruction of the anterior cruciate ligament. Twoyear follow-up of a randomised trial. *J Bone Joint Surg Br* 84:356–360.
22. Brunet P, Charrois O, Degeorges R, Boisrenoult P, Beaufils P (2005) Reconstruction of acute posterior cruciate ligament tears using a synthetic ligament. [Article in French] *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 91(1):34–43.
23. Li B, Wen Y, Wu H, Qian Q, Wu Y, Lin X (2009) Arthroscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: Retrospective review of hamstring tendon graft versus lars artificial ligament. *Int Orthop* 33(4):991–996.
24. Xu Y, Dong Q, Zhou H, Shen G, Wang X, Zhou Z, Zheng Z (2008) [a clinical report on arthroscopic reconstruction of posterior cruciate ligament using ligament advanced reinforcement system]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 22 (10):1184-1188
25. Talbot M, Berry G, Fernandes J, Ranger P (2004) Knee dislocations: Experience at the hopital du sacre-coeur de montreal. *Can J Surg* 47(1):20–24.
26. Schenck RC Jr (1994) The dislocated knee. *Instr Course Lect* 43:127–136

27. Hewett TE, Noyes FR, Lee MD (1997) Diagnosis of complete and partial posterior cruciate ligament ruptures. Stress radiography compared with kt-1000 arthrometer and posterior drawer testing. *Am J Sports Med* 25(5):648–655.
28. Margheritini F, Mancini L, Mauro CS, Mariani PP (2003) Stress radiography for quantifying posterior cruciate ligament deficiency. *Arthroscopy* 19(7):706–711.
29. Pugh L, Mascarenhas R, Arneja S, Chin PY, Leith JM (2009) Current concepts in instrumented knee-laxity testing. *Am J Sports Med* 37(1):199–210.

6.3 Article III: Posterior cruciate ligament reconstruction after acute knee dislocation using artificial ligaments: outcomes comparisons between single and double-bundle techniques

*Eros De Oliveira Jr, Pierre Ranger, Alexandre Renaud, Philippe Phan,
Josee Delisle, Julio Fernandes*

Article à être soumis

6.3.1 Contribution des auteurs dans l'article

Eros De Oliveira Jr: planification du projet, acquisition de données, l'analyse des données, responsabilité de la véracité des données et rédaction du manuscrit

Pierre Ranger: conception du projet, chirurgien qu'a opéré les 71 genoux inclus dans l'étude, expertise clinique pour la discussion

Alexandre Renaud: révision critique du manuscrit et acquisition de données

Philippe Phan: révision critique du manuscrit

Josee Delisle: révision et contribution au contenu

Julio Fernandes: supervision de l'étude, expertise clinique pour la discussion et révision critique du contenu intellectuel

**Posterior cruciate ligament reconstruction after acute
knee dislocation using artificial ligaments: outcomes
comparisons between single and double-bundle
techniques**

**Eros De Oliveira Junior^{1,2}; Pierre Ranger¹; Alexandre Renaud¹;
Philippe Phan¹; Josee Delisle¹; Julio Fernandes^{1,2}**

¹Hôpital du Sacré-Cœur, University of Montreal, Montreal, QC, Canada

²Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, PR, Brazil

Abstract

Many technical alternatives, using single-bundle or double-bundle grafts, are now available to perform the reconstruction of the injured posterior cruciate ligament (PCL). The literature comparing the outcomes of reconstructions with artificial ligaments using single-bundle or double-bundle

PCL is sparse. The main objective of this retrospective study was to assess the outcomes of PCL reconstruction using single-bundle or double-bundle artificial ligament after acute knee dislocation. This study compared 71 patients including 24 with single-bundle and 47 with double-bundle reconstructions. These reconstructions were carried out using LARS artificial ligaments in all cases. At a mean follow-up time of 56 months in single-bundle group (B1) and 53 months in double-bundle group (B2), the mean Lysholm score was of 77.7 and 78.8 in each group, respectively. The Short Form 36 Health Survey (SF-36) in B1 was greater than that in B2 in all domains, except for general health, but these differences were not significant. Instrumented testing of PCL laxity side-by-side indicated similar results between the two groups at 30° and 90° of knee flexion. The B1 group showed a greater range of motion in flexion compared to the B2 group. Both single and double-bundle PCL reconstructions led to similar loss of extension. Both reconstructions also demonstrated good and similar functional status of the knee at the follow-up, even though acute knee dislocation is usually seen as a catastrophe when it occurs.

Key words: knee dislocation, PCL reconstruction, artificial ligament.

Introduction

The reconstruction of the PCL has improved due to recent advances in the knowledge of PCL anatomy and biomechanics. Since anatomical studies have shown that the vascularisation of PCL is as abundant as that of ACL (Covey & Sapega, 1994) and the knee ligaments injury can be functionally fairly well tolerated, the PCL reconstructions are increasing every day. Lesions of the PCL or the anterior cruciate ligament (ACL) seriously disturb the biomechanical properties of the knee (Harner *et al.*, 2000). However, some authors have suggested conservative treatment due to technical difficulties associated to PCL reparation. When considering knee dislocations after PCL and ACL ruptures, superior outcomes were observed with surgical than with non-surgical interventions (Richter *et al.*, 2002). Such choice should consider the incidence of late complications like instability and arthrofibrosis (Harner *et al.*, 2004).

Regarding the selection of the surgical intervention after PCL injury, the decision can vary greatly among professionals because of different conceptualizations of the problem and the spectrum of operative techniques available. The failure to control posterior translation has been attributed to graft elongation (Mannor *et al.*, 2000; Markolf *et al.*, 1997). In attempt to prevent graft elongation, two-bundle reconstructions have been investigated and have

shown promising initial results (Harner *et al.*, 2000; Race & Amis, 1998). The PCL is composed of two components: the antero-lateral (AL) and postero-medial (PM) bands. The most relevant action of the AL band is to prevent the posterior displacement of the tibia when the femur is in 90° of flexion whereas the PM band mostly prevent the displacement in 30° flexion and extension (Nyland *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2000). The knee laxity stress profile can be quantified using radiographic pictures during posterior drawer tests at 90° and 30°, in order to test AL and PM bundles, respectively. There is a lack of information in the present literature regarding comparisons of single-bundle versus double-bundle PCL reconstructions with artificial ligaments. Such knowledge would help choose the appropriate synthetic ligament that can maintain its initial length, provide a proper alignment of the knee joint and thus optimize the healing process. This retrospective study aims to assess and compare the outcomes of PCL reconstructions with single and double-bundle using LARS artificial ligament after acute knee dislocation.

Material and methods

One hundred thirty-nine patients having PCL reconstruction surgery using LARS artificial ligaments (LARS; Surgical Instruments and Devices, Arc-sur-Tille, France) after acute knee dislocation were admitted in our institution from June 1996 to May 2010. Thirty-nine of these patients had not

reached the minimal 24 months follow-up at the time of review. Nine patients had to be excluded due to: bilateral injuries (5 patients), chronic lesions over six weeks (2 patients) and conversion to a total knee arthroplasty (2 patients). Three patients refused to participate and 17 patients were lost to follow-up (moved and could not be reached by telephone). Of the 71 patients remaining 24 patients had PCL operated with single-bundle (B1 group) and 47 patients with double-bundles (B2 group). Single-bundle and double-bundle PCL reconstructions were performed in all patients by the senior author (PR). Patients were initially managed according to advanced-trauma life support guidelines. Open dislocations were treated emergently with irrigation and debridement. All knees were provisionally stabilized with a knee immobilizer or an external fixation while awaiting recovery of soft tissues prior to ligament reconstruction. Angiography was selectively performed depending on the physical findings and on the results of the ankle-brachial index. A medial parapatellar arthrotomy was performed in all cases. The knee joint was assessed for damage to the cruciate ligaments, cartilage or menisci. Meniscal tears were repaired whenever possible. LARS artificial ligaments were used to reconstruct the ACL, the PCL, the lateral collateral ligament (LCL), the medial collateral ligament (MCL) and the posterolateral corner (PLC) (whenever torn) in all injured knees. The ACL and PCL stumps were sutured with heavy non absorbable sutures. Only the AL bundle of the PCL was reconstructed for the group B1. The AL and PM bundles of the PCL were reconstructed for the group B2. Postoperatively a hinged brace was used for 12 weeks to protect the

collateral ligaments. Only toe-touch weight-bearing was allowed at early stage of recovery. Ice and interferential currents were used in order to decrease swelling. Indomethacin (25mg tid for 3 weeks) was given to patients when this medication was not contraindicated.

The specific outcomes related to knee function were evaluated using the Lysholm score. The Short Form 36 Health Survey (SF-36) was administered in order to evaluate the quality of life level perceived by the patient following the surgery. The range of motion (ROM) was assessed with a goniometer. The posterior laxity was evaluated radiologically using the Telos stress system (Telos, Marburg, Germany). For the assessment of PCL, a posteriorly directed pressure of 15 kPa was applied to the leg shaft with the knee flexed at 30° and 90°. All measures were performed by the same experienced bone radiologist. The uninjured knee was also assessed as a comparative baseline. The Shapiro-Wilk test was used to test whether the data showed normal distribution. Mann-Whitney test were performed to compare the Lysholm and SF-36 scores between the single-bundle and double-bundle groups. Students-t test for independents samples were used in order to compare the ROM. Analysis of Variance (ANOVA) were performed to compare the laxities in 30° and 90° and the classification of knee dislocations injuries. The power of the statistical analyses was sufficient to detect the smallest worthwhile effects 80% of the time. All statistical analyses were performed with Statistical Package for Social

Sciences software (SPSS version 17.0). P values ≤ 0.05 were considered statistically significant.

Results

Fifty-six male subjects and 15 female subjects (n=71) participated in the present study. Forty-eight knee dislocations (67.6%) were caused by motor vehicle accident and 23 knee dislocations (32.4%) by sports accidents or fall. There were four open dislocations (5.6%) that were debrided on an urgent basis. Twenty-one patients (29.5%) sustained associated fractures to ipsilateral lower limb. Injuries in both medial and lateral meniscus were found in 15 knees (21.1%). Single lateral meniscus damage was observed in 28 knees (39.4%) whereas single medial meniscus damage was observed in 12 knees (16.9%). Lesion to the common popliteal nerve was present in 17 cases (23.9%), 9 cases (12.7%) were associated with vascular injuries and 14 cases (19.7%) showed arthrofibrosis that required post-surgery arthrolysis. In all cases, both ACL and PCL were ruptured and reconstructed. Knee dislocation injuries were classified according to the degree of severity, as done by Schenck (1994) and shown in Table I. There was no difference in the characteristics of these groups, except for the Lysholm score that was better ($p=0.041$) in the KD IIIM group (82.2 ± 13.4) compared with the KD IV group (66.9 ± 23.7). Twenty four patients were evaluated in the B1 group and 47 patients in the B2 group. The groups

were comparable ($p > 0.05$) in terms of gender, age, origin of injury, time from injury to surgery and follow-up (Table II).

Knee dislocation injuries	PCL single-bundle (n=24)	PCL double-bundle (n=47)
KD II (n=3)	2 (8.3%)	1 (2.1%)
KD III L (n=28)	11 (45.8%)	17 (36.2%)
KD III M (n=29)	9 (37.5%)	20 (42.6%)
KD IV (n=11)	2 (8.3%)	9 (19.1%)

Table I: Patients and percentages of knee dislocation injuries

Group	Male	Female	Age (years)	Origin of injury		Time from injury to surgery (days)	Follow-up (months)
				Traffic	Sports or fall		
Single-bundle (n=24)	18	6	36 (±12.7)	17	7	13 (±10.6)	56 (±18.5)
Double-bundles (n=47)	38	9	40.2 (±13.5)	31	16	10 (±6.2)	53 (±20.7)

Table II: Demographic data

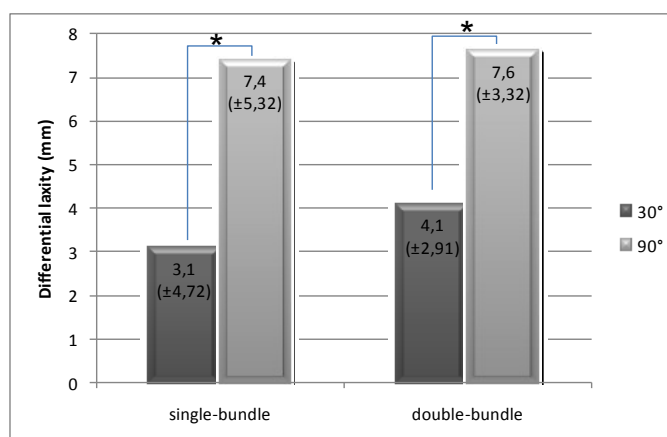
Functional Lysholm and quality of life SF-36 scores for both groups are summarized in Table III. Single and double-bundle PCL reconstructions produced similar SF-36 and Lysholm scores. In all domains of the SF-36, scores were greater, but not significantly different, in the B2 group than in the B1 group, except for “General health”.

	Single-bundle (n=24)	Double-bundle (n=47)	<i>p</i> -value
Lysholm score	77.7 (±20.8)	78.8 (±17.4)	0.89
Physical functioning	73.2 (±21.6)	76.0 (±21.1)	0.67
Role physical	71.2 (±34.9)	76.9 (±33.7)	0.48
Bodily pain	70.6 (±26.3)	77.8 (±19.2)	0.50
General health	81.2 (±17.1)	78.7 (±18.3)	0.58
Vitality	69.7 (±18.1)	70.4 (±15.2)	0.97
SF-36 Social functioning	83.5 (±23.7)	89.1 (±16.5)	0.46
Role emotional	79.2 (±30.8)	85.4 (±28.1)	0.40
Mental health	79.6 (±13.1)	80.1 (±14.4)	0.55
Physical Component Summary	46.1 (±9.7)	47.5 (±9.3)	0.61
Mental Component Summary	52.2 (±8.7)	53.5 (±7.9)	0.64

Significant difference $p \leq 0.05$

Table III: Lysholm and SF-36 scores

Figure 01 shows the differential posterior laxity between the operated and uninjured knee in both groups. The mean side-to-side differential posterior laxity assessed with Telos, showed no significant difference between the two groups. When comparing the angles, the differential ligament laxity at 90° of knee flexion was higher than at 30°, in single and double-bundle groups.



*Significant difference $p \leq 0.05$

Figure 01: Average differential laxities in 30° and 90° of knee flexion

Table IV shows ROM results in both groups. The differential side-to-side ROM evaluation showed significant difference between groups in flexion ($p=0.005$). When the flexion and extension ROM were compared in absolute value, the operated knee in the B1 group allowed superior flexion than in the B2 group. Evaluated separately, the uninjured knee presented not significant difference between groups in flexion or extension.

	ROM	B1	CI	B2	CI	<i>p</i> value
Differential side-to-side	flexion	8.6° (± 10.7)	4.3	16.4° (± 11.1)	3.1	0.005*
	extension	2.5° (± 3.0)	1.2	2.6° (± 3.8)	1.1	0.934
Operated knee	flexion	122.7° (± 11.6)	4.6	117.1° (± 9.9)	2.8	0.031*
	extension	0.1° (± 2.7)	1.1	0.9° (± 5.3)	1.5	0.446
Uninjured knee	flexion	131.3° (± 6.6)	2.6	133.5° (± 9.2)	2.6	0.310
	extension	2.6° (± 2.7)	1.1	3.5° (± 3.7)	1.1	0.266

*Significant difference $p \leq 0.05$. Confidence interval (CI) 95%

Table IV: Flexion and extension ROM

Discussion

Successful PCL reconstruction of the knee relies on multiple factors such as patient selection, surgical technique and graft selection. In the case of knee dislocations that underwent immediate surgery, it is impossible to evaluate the effect of surgery since preoperative scores are unavailable. Investigators have studied the biomechanics of two-bundle PCL reconstructions in the hope

that such procedure would reduce the local graft tension by improving the nonuniform load distribution and the long-term control of posterior translation. According to Harner & Hoher (1998) the tension within individual bundles at different angles allows a load-sharing effect that, during range of motion, appears to distribute graft stresses more evenly. The double-bundle graft is thought to be superior than the single-bundle reconstruction since the load-sharing effect with the double-bundle can be theoretically more effective to protect the graft during the healing process and, as well, to recreate a ligament more representative of the native PCL. According to Christel (2003) the synergic action of the PM bundle with the posterolateral structures between 0° and 30° of flexion stresses the importance of reconstructing the PM bundle in this particular case. The load distribution profile during the posterior drawer test shows that AL bundle is loaded especially between 40° and 120° of knee flexion while the PM bundle is requested between 0° and 30° and again beyond 120° of flexion. Between 0° and 30° of flexion, the 2mm posterior drawer is absorbed at 65% by peripheral structures and 35% by the PM bundle (Race & Amis, 1996). However, there is still no agreement in the literature on PCL reconstruction regarding the use of one or two bundles. There is a lack of prospective randomized clinical comparisons of single versus double-bundle PCL reconstruction.

Our results with LARS artificial ligaments, as well as those of Fanelli *et al.* (2010) with allograft, demonstrate no difference between single and double-

bundle reconstructions in regard to PCL laxity. Similarly, Wang *et al.* (2004) found no significant difference between single or double reconstructions using a hamstring autograft, when considering clinical outcomes such as side-to-side differential laxity measured with the KT-1000 arthrometer (2.3mm and 3.1mm for single and double-bundle, respectively). In the present study, reconstructed knees did not retrieve the normal restriction of the posterior translation at 90° of flexion. Which average differential laxity found between reconstructed and intact knees was of 7.4 mm in B1 and 7.6 mm in B2. However, at 30° of flexion, the differential posterior translation was of 3.1 mm in B1 and 4.1 mm in B2. This suggests that AL bundle whether using single or double-bundle reconstruction was unable to prevent the presence of residual laxity at 90° of knee flexion. Similarly, Brunet *et al.* (2005) have studied the outcomes, in patients with important acute PCL laxity in whom reconstruction surgery was performed from 7 to 53 days after injury, with addition of a synthetic ligament LARS for single (n=8) and double bundles (n=6) that were followed-up for 15 and 60 months, respectively. In all cases, PCL fibers were preserved but not sutured and the LARS ligament was placed as a guide. The differential average posterior laxity at 70° of flexion was of 7.6mm with the single-bundle and of 6.8mm with the double-bundles. Among eight PCL reconstructed with single-bundle, 3 were performed because of knee dislocation, which showed a differential posterior laxity of 8.6mm after 14 months follow-up. Among six PCL reconstructed with double-bundles, two cases were knee dislocations that presented differential posterior laxity of 7mm after a 75 months follow-up.

However no statistical analysis could be performed due to the very small sample size of patients. The difficulty of abolishing posterior laxity using PCL reconstruction has been highlighted previously. In such reconstruction, posterior laxity is thought to result from stresses imposed upon the graft during the healing period by posterior drawer effect produced by the activity of hamstring muscles and gravity (Liow *et al.*, 2003). Another hypothesis that could explain the posterior laxity at 90° of flexion would be an increased laxity over time associated with the LARS ligament itself. However, in the present study, such effect was not observed since no same happening in the posterior laxity at 30° of flexion was found. Hatayama *et al.* (2006) reported no significant difference in short-term stability at 2 years follow-up compared with the single and double-bundle PCL reconstruction in 20 patients. In a biomechanical investigation, Apsingi *et al.* (2008) found in a cadaveric study that there was no significant difference in terms of posterior laxity between single-bundle and double-bundle PCL reconstruction associated with posterolateral corner reconstruction in knees having a combined PCL and posterolateral corner deficiency. In another biomechanical study, Harner *et al.* (2000) found that the double-bundled PCL reconstruction had less posterior tibial translation at any flexion angle and restored more closely the in situ force of the PCL than the single-bundle reconstruction. Based on their findings, these authors are performing since 2000 a double-bundle PCL reconstruction combining autograft and allograft in chronic knee dislocations with PLC deficiency. The findings of Race & Amis (1998) showed that only the double-

bundle reconstruction can restore a posterior stability between 0 ° and 120 ° of knee flexion that is similar to the one observed with the native PCL. According to Cain & Clancy (2002) and Chen *et al.* (2000), the results of reconstructions using the double-bundle technique are encouraging in short-term follow-up. In the study of Cain & Clancy (2002), the single-bundle technique (AL bundle) has failed to reproduce the native PCL biomechanics. Thus, current literature shows contradictory results on biomechanical analysis and studies comparing single and double-bundle PCL reconstruction were short-term studies with a small number of patients. Also, it is not clear if one can apply and compare the results found on isolated PCL reconstruction to the knee dislocation reconstruction regarding the Telos in the posterior laxity of one bundle versus two bundles.

When considering the subjective appreciation of the reconstructions, the two groups presented good functional outcomes (Lysholm score of 77.7 in B1 and 78.8 in B2), although a residual ligamentous laxity was found at 90° of knee flexion. Wang *et al.* (2004) have assessed the functional outcomes of reconstructions using single and double-bundles hamstring autografts in 35 patients. They found similar functional outcomes between single and double-bundle reconstructions with Lysholm scores of 88 and 89 respectively, after an average follow-up of 41 months for the single-bundle group and 28 months for the double-bundle group. In the findings of Wirth & Jager (1984), in spite of the satisfactory functional improvements reported by patients during an average

follow-up 32 months, recurrent ligamentous laxity, joint space narrowing and quadriceps atrophy were noted in the majority of the cases when the gracilis and semitendinosus tendons were used as substitutes of PCL double-bundle. Nyland *et al.* (2002) has reported Lysholm knee scoring to be excellent in 63% of the cases, good in 27%, fair in 5% and poor in 5%, 2 years after surgery with double bundle reconstructions using allograft tissue.

Clinical outcomes using single or double-bundle for the reconstruction of acute knee dislocations showed minor ROM limitations in flexion and extension. The differential side-to-side flexion ROM was only 7.8° lower in the B1 group compared to B2 group. The mean absolute value of flexion for the operated knees was 5.6° superior in the B1 group compared to the B2 group. Although these slight differences were statistically significant, it is unclear whether single-bundle reconstruction is clinically and functionally superior to double-bundle reconstruction since no difference in the subjective functional scores was found. To avoid the flexion contracture, unloading the knee in high flexion could produce the desired effect, but there is a possibility that unloading the knee in flexion could lead to structural damage of the graft and other collagenous knee structures. When comparing the overall results for knee dislocation injuries, our study is comparable to that of Engebretsen *et al.* (2009) which compared patients who had ruptured all of the four major ligaments of the knee (KD IV) and three ligaments ruptured (KD III). In this later study, KD IV patients had a worse outcome in Lysholm score compared to that of the KD

III group. However, due to very small sample of patients in the KD IV group, the statistical comparison of the groups may be of limited value due to a possible lack of statistical power.

PCL injury can affect quality of life by limiting the capacity to perform daily activities such as ascending and descending stairs and walking long distances (Noyes & Barber-Westin, 1994). According to the SF-36 scores of perceived quality of life, our patients showed good scores in both groups. After a knee dislocation surgery, the patient must return to its family life, society, leisure and work. According to the present results, social reintegration obtained the highest scores whereas physical disabilities appear to be the most important elements of rehabilitation. The physical and mental components scores obtained in the present study were similar to those found by Hirschmann *et al.* (2010) which is one of the rare studies that use SF-36 scores to evaluate reconstructions after knee dislocation. It is important to understand the emotional and physical changes that affect the patient after a knee dislocation surgery and give him the time needed for adaptation. The self-esteem and confidence will return gradually, and progressively the patients regain their ability to resume their daily activities. The acceptance and rehabilitation may reveal a long and difficult process. Indeed, patient's satisfaction seems to be related with the difference between expectations and the current level of functionality attained by the patient.

The risk of arthrofibrosis is a major concern following an acute reconstruction, principally if this involves both cruciate ligaments. However, it is difficult to accurately evaluate the risk of stiffness in this group of patients in whom the degree of injury and treatments can be so varied. Fourteen patients in our study (19.7%) needed revision for arthrolysis. This rate is comparable with that acquired in previous studies (Hirschmann *et al.*, 2010; Fanelli *et al.* 2010; Levy *et al.*, 2010; Engebretsen *et al.*, 2009; Ibrahim *et al.*, 2008; Tzurbakis *et al.*, 2006). Four patients, who underwent a revision with arthrolysis for knee arthrofibrosis, did not follow the daily home exercises prescribed between physical therapy sessions. Fractures of the femoral condyle, the tibial plateau and the patella were observed respectively in three, one and two patients that required post-surgery arthrolysis.

Some studies have excluded patients with open dislocations, associated neurovascular injuries or tibial plateau and distal femur fractures (Ibrahim *et al.*, 2008; Bin & Nam, 2007; Tzurbakis *et al.*, 2006; Harner *et al.*, 2004; Ohkoshi *et al.*, 2002; Yeh *et al.*, 1999). In our series of 71 patients, 32 of them (45.1%) presented one or more of those related injuries. If these 32 patients were excluded from our analyses, as it was done in the reports cited above, our study would have produced more results reaching the level of significance. By not including those patients with associated injuries, it is likely that the outcomes obtained in other series were superior by reducing the comorbidity factors related with associated injuries. The exclusion of those patients could lead to a

biased representation of PCL reconstruction with artificial ligaments' outcomes after acute knee dislocation. These patients were included in the present study because of the high incidence of these associated injuries in the population with dislocated knee. Some of the limitations of this study include the fact that the retrospective case series and the patient evaluations were not performed at the same time. Since, the accuracy of the Telos and that of the KT1000 are not equivalent, it is difficult to compare our results to those of other studies, especially those involving PCL reconstructions. One of the strengths of the present study is the fact that it reports the outcomes of reconstructions with LARS artificial ligaments after acute knee dislocation with the largest sample of patients to our knowledge. Furthermore, this study presents the outcomes of ACL and PCL reconstructions including reparations of all other damage structures after acute knee dislocation.

Conclusion

The single-bundle and double-bundle PCL reconstructions showed similar results after acute knee dislocation using artificial ligaments LARS. However, when considering the ROM, our results revealed that single-bundle procedure allowed greater knee flexion than double-bundle technique. With the knee flexed at 90°, the PCL showed more laxity than at 30° of flexion in both groups. These differences seem not to be clinically relevant since there was no

significant difference in the functional subjective scores. Thus, although the posterior laxity in these reconstructions not being normal in throughout ROM, the knees are functionally stable. The results suggest that the early repair of major ligamentous disruption can result in functional knees. Continuing technical improvements will most likely improve future results. Moreover, since the native PCL femoral footprint is typically larger than the graft used for reconstruction, the surgeon would make a choice on the portion of the PCL to be reconstructed. The results of this study have clinical implications that should encourage clinicians to consider the value of a subjective approach considering patient's goal and expectations in the assessment of knee surgery outcomes in knee dislocation. As shown the present study, conclusions may differ whether outcomes are assessed subjectively or objectively. The time spent after the surgery for knee dislocation seems to be an important factor influencing the level of quality of life and functional activities, even though knee dislocation is seen as a catastrophe when it happens.

Acknowledgments

Special thanks to Ms. Julie Fournier and Marie-France Poirier for their assistance with data collection. Thanks to Ms. Sylvie Sanson for the recruitment of patients.

No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the authors or upon any organization with which the authors are associated.

Reference

Apsingi S, Nguyen T, Bull AM, Unwin A, Deehan DJ, & Amis AA (2008). Control of laxity in knees with combined posterior cruciate ligament and posterolateral corner deficiency: comparison of single-bundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction combined with modified Larson posterolateral corner reconstruction. *Am J Sports Med* **36**, 487-494.

Bin SI, Nam TS (2007). Surgical outcome of 2-stage management of multiple knee ligament injuries after knee dislocation. *Arthroscopy* **23**(10):1066–1072.

Brunet P, Charrois O, Degeorges R, Boisrenoult P, & Beaufils P (2005). [Reconstruction of acute posterior cruciate ligament tears using a synthetic ligament]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **91**, 34-43.

Cain EL, Jr. & Clancy WG, Jr. (2002). Posterior cruciate ligament reconstruction: two-bundle technique. *J Knee Surg* **15**, 108-113.

Chen CH, Chen WJ, & Shih CH (2000). Arthroscopic double-bundled posterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *Arthroscopy* **16**, 780-782.

Christel P (2003). Basic principles for surgical reconstruction of the PCL in chronic posterior knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **11**, 289-296.

Covey DC & Sapega AA (1994). Anatomy and function of the posterior cruciate ligament. *Clin Sports Med* **13**, 509-518.

Engebretsen L, Risberg MA, Robertson B, Ludvigsen TC, & Johansen S (2009). Outcome after knee dislocations: a 2-9 years follow-up of 85 consecutive patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **17**, 1013-1026.

Fanelli GC, Beck JD, & Edson CJ (2010). Double bundle posterior cruciate ligament reconstruction: surgical technique and results. *Sports Med Arthrosc* **18**, 242-248.

Harner CD & Hoher J (1998). Evaluation and treatment of posterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* **26**, 471-482.

Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, Yagi M, Vogrin TM, & Woo SL (2000). Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* **28**, 144-151.

Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, & Irrgang JJ (2004). Surgical management of knee dislocations. *J Bone Joint Surg Am* **86-A**, 262-27

Hatayama K, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi Y, Asagumo H, & Takagishi K (2006). A comparison of arthroscopic single- and double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: review of 20 cases. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* **35**, 568-571.3.

Hirschmann MT, Zimmermann N, Rycken T, Candrian C, Hudetz D, Lorez LG, Amsler F, Muller W, & Friederich NF (2010). Clinical and radiological outcomes after management of traumatic knee dislocation by open single stage complete reconstruction/repair. *BMC Musculoskelet Disord* **11**, 102.

Ibrahim SA, Ahmad FH, Salah M, Al Misfer AR, Ghaffer SA, & Khirat S (2008). Surgical management of traumatic knee dislocation. *Arthroscopy* **24**, 178-187.

Levy BA, Krych AJ, Shah JP, Morgan JA, & Stuart MJ (2010). Staged protocol for initial management of the dislocated knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **18**, 1630-1637.

Liow RY, McNicholas MJ, Keating JF, & Nutton RW (2003). Ligament repair and reconstruction in traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* **85**, 845-851.

Mannor DA, Shearn JT, Grood ES, Noyes FR, & Levy MS (2000). Two-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro analysis of graft placement and tension. *Am J Sports Med* **28**, 833-845.

Markolf KL, Slauterbeck JR, Armstrong KL, Shapiro MS, & Finerman GA (1997). A biomechanical study of replacement of the posterior cruciate

ligament with a graft. Part II: Forces in the graft compared with forces in the intact ligament. *J Bone Joint Surg Am* **79**, 381-386.

Noyes FR & Barber-Westin SD (1994). Posterior cruciate ligament allograft reconstruction with and without a ligament augmentation device. *Arthroscopy* **10**, 371-382.

Nyland J, Hester P, & Caborn DN (2002). Double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction with allograft tissue: 2-year postoperative outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **10**, 274-279.

Ohkoshi Y, Nagasaki S, Shibata N, Yamamoto K, Hashimoto T, & Yamane S (2002). Two-stage reconstruction with autografts for knee dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 169-175.

Race A & Amis AA (1998). PCL reconstruction. In vitro biomechanical comparison of 'isometric' versus single and double-bundled 'anatomic' grafts. *J Bone Joint Surg Br* **80**, 173-179.

Race A & Amis AA (1996). Loading of the two bundles of the posterior cruciate ligament: an analysis of bundle function in a-P drawer. *J Biomech* **29**, 873-879.

Richter M, Bosch U, Wippermann B, Hofmann A, & Krettek C (2002). Comparison of surgical repair or reconstruction of the cruciate ligaments versus nonsurgical treatment in patients with traumatic knee dislocations. *Am J Sports Med* **30**, 718-727.

Schenck RC Jr (1994). The dislocated knee. *Instr Course Lect* 43:127-136

Tzurbakis M, Diamantopoulos A, Xenakis T, & Georgoulis A (2006). Surgical treatment of multiple knee ligament injuries in 44 patients: 2-8 years follow-up results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **14**, 739-749.

Wang CJ, Weng LH, Hsu CC, & Chan YS (2004). Arthroscopic single- versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstructions using hamstring autograft. *Injury* **35**, 1293-1299.

Wirth CJ & Jager M (1984). Dynamic double tendon replacement of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* **12**, 39-43.

Yeh WL, Tu YK, Su JY, & Hsu RW (1999). Knee dislocation: treatment of high-velocity knee dislocation. *J Trauma* **46**, 693-701.

Chapitre VII

Discussion Générale

Le domaine de la chirurgie ligamentaire du genou est toujours en évolution et en quête d'une technique optimale. À l'heure actuelle, il existe une très grande variété de techniques disponibles pour effectuer la reconstruction du LCA et du LCP. Dans les cas nécessitant la réparation des deux ligaments croisés, les chirurgiens privilégiaient classiquement la reconstruction de l'un des deux ligaments. Selon les cas, le LCA ou LCP était priorisé et ce, sur la base d'arguments qui demeuraient mystérieux. Quelques auteurs ont proposé de procéder à la reconstruction des deux ligaments, mais cette réparation se faisait en des temps chirurgicaux séparés, en utilisant des procédés classiques avec des autogreffes tendineuses ou plus récemment avec des allogreffes. La reconstruction simultanée des deux croisés pour des luxations en stade aigu a été rapportée par Ibrahim *et al.* (2008), Shapiro & Freedman (1995), Lipscomb & Anderson (1990), Clancy & Smith (1991), puis par Fanelli (2000) pour des cas aigus et chroniques. Selon Lerat & Nordin (2007), il ne peut y avoir de rupture des deux ligaments croisés sans lésions importantes des structures périphériques internes et/ou externes. Dans ce cas, on ne peut espérer une cicatrisation adéquate du pivot central sans tenir compte des lésions à ces ligaments. Enfin, selon Bonnevalle *et al.* (2006), il faut souligner que la

nécessité d'une réparation complète dépend de plusieurs facteurs et plus particulièrement de l'âge, des activités professionnelles et sportives du patient, de la récupération neurologique et des lésions traumatiques associées.

7.1 La qualité de vie

Au delà des questions conceptuelles, la caractéristique commune des instruments de mesure de qualité de vie est de vouloir quantifier l'impact des maladies et des interventions en santé sur la vie quotidienne des patients et ce, en utilisant le point de vue des patients eux-mêmes. Selon Busija et al. (2008), les questionnaires de qualité de vie, même s'ils ne correspondent pas en toute rigueur au concept de qualité de vie, représentent, à cet égard, une avancée importante par rapport aux autres instruments qui mesurent la perspective du patient en ce qui a trait aux effets des interventions chirurgicales sur la vie quotidienne. D'après les résultats de l'article II, la capacité à s'adapter à un nouveau style de vie après la chirurgie semble être influencée par l'importance de la lésion et l'état fonctionnel du genou après le processus de réadaptation. Pour corroborer l'article II, le seul patient de l'article I qui présentait une luxation du genou grade IV, a jugé son état de santé passable en donnant le plus bas score de santé générale avec le questionnaire SF-36 (50 points) et au score de Lysholm à 2 et à 7 ans (45 et 58 respectivement). Quand bien même le

concept de qualité de vie liée à l'état de santé n'est pas complètement développé, les mesures génériques ou spécifiques de l'état de santé apportent une dimension nouvelle et intéressante pour mesurer les impacts des chirurgies pour les luxations du genou. Les moyennes du score agrégé de santé physique (PCS) et de santé mentale (MCS) du SF-36 (46.8 et 52.8 respectivement) pour les 71 sujets sont comparables à celles rapportées par les études de Hirschmann et al. (2010) (PCS=50 et MCS=54) après reconstruction des ligaments croisés suite aux luxations du genou. Les scores obtenus sont similaires à ceux obtenus pour la population canadienne âgée entre 35 et 45ans (PCS=52±8.00 et MCS=50.9±9.0) (Hopman *et al.*, 2000). Les résultats confirment notre première hypothèse qui prévoyait une qualité de vie satisfaisante chez les patients opérés avec la greffe du ligament LARS. Ces résultats montrent que la qualité de vie est similaire entre les méthodes de reconstruction. Fait important, la qualité de vie post-reconstruction avec ligament LARS est similaire à celle de la population canadienne en bonne santé. Les questionnaires couramment utilisés pour mesurer la qualité de vie, dont le SF-36, donnent un poids important aux capacités fonctionnelles. Ceci est peut-être en lien avec les conceptions du modèle biomédical dominant qui met l'accent sur les capacités à réaliser des tâches quotidiennes et à remplir les rôles sociaux et professionnels. Cependant, cette perspective fonctionnaliste ignore la diversité des valeurs qui sont attribuées par les individus à ces tâches et à ces rôles et, en pensant recueillir les perceptions des patients, risque de refléter, en grande partie, les conceptions des professionnels.

Certaines personnes peuvent estimer mauvaise leur qualité de vie, même si leurs performances physiques sont excellentes. Mais surtout, le modèle biomédical suppose qu'il existerait un niveau optimal de fonctionnement humain auquel aspire toute personne (Busija *et al.*, 2008). Or, les jugements sur les capacités physiques et les performances n'ont qu'une valeur relative. Ainsi, l'observation qu'une personne A marche avec plus de difficultés qu'une personne B est un constat de fait; mais en extrapoler que la qualité de vie de la personne A est moins bonne par rapport à celle de la personne B, comporte des implications normatives qui sont souvent inadaptées dans le cas de sujets appartenant à des cultures différentes. Ces comparaisons peuvent même être inadéquates pour des personnes appartenant à la même culture mais dont les valeurs et les intérêts sont différents (Hopman *et al.*, 2000). Si la prétention à mesurer la qualité de vie en tant que telle en médecine est critiquable, il ne faudrait pas abandonner l'idée que la perspective du patient doit être recherchée quand il s'agit d'évaluer les résultats des interventions chirurgicales.

7.2 La capacité fonctionnelle

L'échelle de Lysholm, qui vise à mesurer les changements dans la fonction et dans l'instabilité du genou, donne beaucoup d'importance à

l'évaluation subjective du patient, il existe donc la probabilité qu'un genou avec une laxité objective soit classé comme satisfaisant subjectivement. Les résultats fonctionnels ont été jugés bons subjectivement par nos patients et le bénéfice apporté par la chirurgie a été d'autant mieux perçu à long terme (7ans) par rapport à la perception à court terme (2ans). À 2 ans, seulement 18% des patients avaient un score de Lysholm supérieur à 80, alors qu'à 7 ans ce pourcentage a augmenté à 73%. Les patients semblaient insatisfaits de l'état fonctionnel de leur genou à court terme. L'amélioration de la capacité fonctionnelle à long terme confirme la 2^{ème} hypothèse formulée. De sorte qu'il est important de considérer la façon dont le patient peut composer avec le stress et la désorientation soulevés par les énormes changements qu'il lui faut intégrer et auxquels il doit s'adapter dans un court intervalle de temps. Huang et al. (2010) ont enregistré un score de Lysholm de 85.5 pour un suivi moyen de 29 mois et ce, dans 18 cas de reconstruction du LCA et LCP avec LARS. Lysholm scores entre 74 et 91 ont été rapporté pour les luxations du genou traités chirurgicalement (Liow *et al.*, 2003; Fanelli, 2003; Richter *et al.*, 2002; Ibrahim, 1999; Yeh *et al.*, 1999; Harner *et al.*, 1996; Shapiro & Freedman, 1995). Sans qu'on puisse franchement le démontrer statistiquement dans notre étude, il semble exister une relation avec la classification de luxation de Schenck (1994) et la capacité fonctionnelle postopératoire (le résultat étant influencé par la multiplicité des lésions ligamentaires). Ainsi, nous pourrions dire que les mauvais résultats sont le plus souvent rencontrés après un traumatisme plus sévère (KD IV). Ils sont expliqués non seulement par des amplitudes

articulaires moins bonnes mais surtout par la capacité fonctionnelle et la laxité résiduelle.

Selon Eranki *et al.* (2010) et Shelbourne *et al.* (2007) les luxations du genou impliquant une blessure aux ligaments croisés et aux structures latérales ont été décrites comme provoquant des incapacités et des limitations à long terme, mais les auteurs sont d'avis qu'il est possible d'obtenir de bons résultats avec le traitement chirurgical. Les résultats de la présente étude vont en ce sens, car les patients en plus de démontrer une stabilité ligamentaire normale ont pu retourner à leur niveau d'activité précédent avec peu de plaintes. Bien que ces auteurs recommandent la chirurgie en aigu, ils préfèrent que le genou ait regagné une amplitude articulaire normale et que l'œdème ait diminué afin de limiter les risques d'arthrofibrose. Selon les auteurs le tout peut être accompli à l'intérieur de 2 semaines. Nous avons observé que la reconstruction du genou a fourni une bonne amplitude articulaire et une stabilité immédiate post-chirurgie, permettant une récupération des capacités à la marche et dans les activités quotidiennes plus rapidement que prévu. Il semble donc important, pour atteindre de bons résultats, que le patient récupère la mobilité complète et une force normale afin d'éviter de la douleur et des incapacités fonctionnelles à long terme provenant d'un manque d'extension ou d'une faiblesse musculaire. Bien que les légères différences d'amplitude articulaire entre le genou opéré et non opéré ont été statistiquement significatives, il est difficile de savoir si le genou non opéré a été cliniquement et fonctionnellement supérieur au genou opéré

puisque les scores subjectifs ont présenté de bons résultats. Étant donné que le score fonctionnel Lysholm a augmenté après sept ans (79.4 par rapport à 62.3 en 2 ans), la réduction du différentiel en flexion à 7 ans pourrait s'expliquer en raison du retour progressif aux activités de vie quotidienne que, selon Cooper & Stewart (2004), occasionnent une augmentation de l'amplitude de mouvement. Selon les études de Harner *et al.* (2004), la mesure la plus importante est la perception des patients par rapport à leurs limitations fonctionnelles et à leurs incapacités versus l'amplitude articulaire et la laxité qui sont, selon les auteurs, des mesures secondaires.

7.3 La raideur postopératoire

Parler de raideur du genou pose déjà le problème de la définition de la raideur. La revue de la littérature ne permet pas de régler ce problème. Notre expérience nous montre qu'un joueur de football professionnel peut tout à fait exercer sa profession avec une flexion à 120°. A l'inverse, il peut être gêné par un déficit d'extension de 2° comparativement au côté sain, de même qu'une extension à 0° est préjudiciable chez une gymnaste présentant un recurvatum controlatéral de 10°. La raideur relative de l'articulation peut alors être déterminée en comparant les amplitudes articulaires du côté blessé à celles du genou controlatéral, si les amplitudes de ce dernier paraissent physiologiques.

Une limitation de mobilité articulaire ne devient raideur, pour un patient, que lorsqu'il existe une gêne fonctionnelle. La limitation de quelques degrés de la flexion n'entraîne pas de retentissement sur les performances. En revanche, selon Noyes & Barber-Westin (1997b), la conservation d'un léger déficit de l'extension (flexum), peut avoir des conséquences fonctionnelles aboutissant à l'interruption de certaines pratiques quotidiennes. Dans la présente étude la flexion moyenne des 71 patients a été $118,7^{\circ}$ avec une perte de flexion moyenne de $14,6^{\circ}$ par rapport au genou controlatéral. La moyenne de l'extension a été de $0,6^{\circ}$, avec une perte d'extension de $2,6^{\circ}$ par rapport au genou controlatéral. Bien que la différence en flexion et en extension entre le genou opéré et controlatéral a été significative ($p < 0.05$), les valeurs moyennes représentent bons résultats de l'amplitude articulaire. Ces résultats valident encore la 2^{ème} hypothèse que prévoit une amplitude articulaire satisfaisante qui demeure constante au fil du temps.

Malgré la mobilisation précoce, la fibrose a entraîné dans 14 cas (19.7%) une raideur qui justifiait l'intervention impliquant des arthrolyses. Ce résultat est comparable à ceux d'autres études (Hirschmann *et al.*, 2010; Fanelli *et al.*, 2010; Levy *et al.*, 2010; Engebretsen *et al.*, 2009; Ibrahim *et al.*, 2008; Tzurbakis *et al.*, 2006). Parmi ces 14 patients, quatre n'ont pas suivi les exercices prescrits à la maison entre les séances de physiothérapie. Dans ce groupe de 14 patients, des fractures du condyle fémoral, du plateau tibial et de la rotule ont été rencontrées dans trois, un et deux patients, respectivement. Sur

le plan étiologique, les raideurs rencontrées chez ces patients étaient d'origine capsulo-ligamentaire, musculo-tendineuse ou cutanée. Ces constatations sont importantes car le manque d'engagement aux exercices et la présence de fractures sont autant de facteurs qui semblent influencer la raideur au genou. Le traitement de la raideur, d'abord conservateur, privilégiait une rééducation douce jusqu'au seuil de la douleur respectant l'indolence, la stabilité et la mobilité. Lorsque cette rééducation a été sans effet et qu'il persistait une raideur, nous avons dû s'orienter vers une prise en charge chirurgicale.

L'installation d'une raideur articulaire entraîne une perte fonctionnelle qui peut être difficilement tolérable au niveau du genou. En dépit de la gravité des lésions initiales, les séries chirurgicales de luxation font état de résultats tout à fait satisfaisant dans 75 à 85% des cas (Engebretsen *et al.*, 2009; Ibrahim *et al.*, 2008; Harner *et al.*, 2004; Wascher *et al.*, 1999; Yeh *et al.*, 1999; Noyes & Barber-Westin, 1997b; Shapiro & Freedman, 1995). Dans notre expérience, la reconstruction en aigüe a produit de bons résultats en termes fonctionnelles sans une augmentation du risque d'arthrofibrose. Shelbourne & Klootwyk (2000) ont recommandé la reconstruction du LCP et la réparation du ligament collatérale interne (LCI) et le ligament collatérale externe (LCE) lors d'une 2^e chirurgie lorsque la flexion $\geq 90^\circ$, extension complète et une bonne force (LCA n'est pas traité). Ils pensaient que l'arthrofibrose générée par la reconstruction du LCA et la réparation du LCI pourrait être ainsi évitée. Ils ont eu des ROM comparables à la présente série. Cependant, seulement 19% de leurs patients

sont retournés à leur niveau d'activité sportive préopératoire. Bin & Nam (2007) ont utilisé l'approche chirurgicale en 2 étapes: 1) Réparation et/ou reconstruction des structures postéro-médiales et postéro-lateral à l'intérieur de 2 semaines. 2) Reconstruction par la suite des LCA et LCP par arthroscopie si nécessaire, lorsque le patient a récupéré toute son amplitude de mouvement (3 à 6 mois après la première chirurgie). Selon les auteurs, l'avantage d'utiliser leur méthode en 2 étapes est de diminuer le temps opératoire, faciliter la rééducation et surtout diminuer l'incidence d'arthrofibrose. Cependant, 3 patients parmi les 14 ont eu des raideurs postopératoires. En plus, il découle de cette méthode un temps de récupération beaucoup plus long par rapport à une chirurgie en aigu pour tous les ligaments lésés. Yeh *et al.* (1999) ont performé une reconstruction du LCP avec une réparation de structures médiales sans traiter le LCA dans le but également d'éviter l'arthrofibrose. Cependant, 3 patients sur 23 ont eu besoins de lyse arthroscopique d'adhérences. Shapiro & Freedman (1995) rapportent des résultats fonctionnels satisfaisants pour 6 patients sur 7 en utilisant la reconstruction de LCA et LCP avec de l'allogreffe et la réparation des structures collatérales. Quatre patients sur sept ont eu besoin d'une manipulation sous anesthésie ou d'une lyse arthroscopique d'adhérences secondaire à l'arthrofibrose. Washer *et al.* (1999) ont rapporté les résultats de 13 patients qui ont eu une reconstruction des deux croisés avec de l'allogreffe. Ils ont noté des meilleurs résultats avec la reconstruction en aigu vs chronique. Cependant deux patients ont eu recours à une manipulation sous anesthésie et à une lyse arthroscopique secondaire à l'arthrofibrose. Dans l'étude d'Owens *et*

al. (2007) les patients étaient plutôt limités par la raideur que par l'instabilité. L'arthrofibrose fut la complication la plus fréquente. Parmi les 25 patients 5 ont eu besoins de lyse arthroscopique d'adhérences et de manipulation à une moyenne de 16 semaines post-opératoire. Cette procédure a apporté des gains appréciables en mobilité puisque les genoux ont vu une augmentation de leur amplitude de mouvement. À la lumière de ces études, quelques constatations peuvent être dégagées, notamment en ce qui a trait à la raideur post-opératoire. Cette raideur touche de 15 à 45% des patients qui ont, de ce fait, besoin soit d'une mobilisation sous anesthésie générale, soit d'une arthrolyse arthroscopique. Par contre, il est important de souligner que la raideur transitoire n'est pas catastrophique dans la mesure où après un an de suivi, on a observé dans ces études une amélioration de la flexion moyenne du genou qui est passée de 115° à 130° tandis que le déficit en extension a varié de 0 à 3,2° de flexum. En cas de traitement chirurgical post luxation, certains auteurs, dont nous faisons partie, préconisent de traiter toutes les lésions et notamment de réparer les deux ligaments croisés (Ibrahim *et al.*, 2008;Chhabra *et al.*, 2005;Shapiro & Freedman, 1995). D'autres auteurs préfèrent, pour diminuer autant que possible le risque de raideur, ne reconstruire que le ligament croisé postérieur pour centrer correctement le tibia sous le fémur et envisager seulement dans un deuxième temps, si nécessaire, une reconstruction du LCA (Shelbourne & Klootwyk, 2000;Yeh *et al.*, 1999). Cependant, selon les études d'Eranki *et al.* (2010) et Wong *et al.*, (2004), la réparation de tous les ligaments résulterait en un genou plus stable et engendrerait de meilleurs résultats. De

plus, ces auteurs mettent l'accent sur l'importance de la rééducation agressive débutée rapidement qui serait cruciale pour réduire la raideur post-chirurgicale.

7.4 La laxité

L'indication pour la réparation chirurgicale se résume souvent à la question de la laxité. Les ruptures complètes intra ligamentaires entraînent 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 (plus fréquentes dans les luxations postérieures) (Lerat & Nordin, 2007). De plus on croit qu'en ayant restauré un des paramètres structuraux ou biomécaniques, on a entièrement restauré la fonction du système. Or, il semblerait que laxité et instabilité ne soient pas nécessairement corrélées, et ce n'est pas parce qu'on restaure la laxité articulaire à son niveau initial avant rupture, que l'on prévient les douleurs, les gonflements ou les changements dégénératifs à long terme (Dye *et al.*, 1999; Maffulli & King, 1998).

La 3^{ème} hypothèse de la présente étude, qui prévoyait une durée de vie potentielle du ligament LARS d'au moins 7 ans suite à la chirurgie de reconstruction pour luxation du genou, a été confirmée puisque aucune rupture du ligament n'a été détectée chez les patients opérés qui ont été évalués. Cependant, on note la présence d'une laxité résiduelle pour le LCP qui est

présente à court terme et demeure constante à long terme. Aucun des patients avaient des symptômes d'instabilité attribuables à la laxité postérieure résiduelle. La laxité différentielle moyenne des 71 genoux évaluée l'aide de l'appareil radiographique Telos était de 2.4mm pour le LCA et de 3.8mm pour le LCP à 30° de flexion du genou. À 90 ° de flexion, la laxité pour le LCP était à 7.6 mm. Ces résultats, maintenus à long term, suggèrent que le degré de laxité différentielle serait constant à l'intérieur d'un laps de temps de 7 ans post-chirurgie. L'étude a aussi dévoilé que la laxité différentielle du LCP à 90° de flexion du genou est plus grande par rapport à celle mesurée à 30° de flexion. Suite à la reconstruction du LCA avec LARS Lavoie *et al.* (2000) ont montré qu'une différentiel de laxité résiduelle telle que mesurée par le Telos était encore présente 22 mois après chirurgie, avec une moyenne de 7.3mm. Ce résultat est supérieur à celui de 3.4mm trouvé dans la présente étude à 2 ans de suivi. Il faut toutefois mentionner que dans l'étude de Lavoie *et al.* (2000) la population qui avait eu une reconstruction avec LARS était plutôt hétérogène (de 47 patients évalués, 38 avaient des ruptures chroniques). Talbot *et al.* (2004) dans une étude sur 20 patients, ont obtenu, avec l'utilisation des ligaments artificiels de type LARS, de bons résultats à court terme (2 ans de suivi) pour la reconstruction du genou avec des dommages ligamentaires multiples post luxation aiguë. Le score moyen du Lysholm s'établissait à 71.7. Les amplitudes articulaires moyennes en flexion et en extension étaient de 118° et 2° respectivement. La laxité radiologique moyenne mesurée au Telos dans le

LCA et LCP étaient établies à 6.1mm et 7.3mm. Dericks (1995) a rapporté des résultats encourageants dans 220 cas de reconstruction du LCA employant le LARS et ce, au cours d'un suivi moyen de 2.5 ans. Il mentionne également que les ligaments artificiels les plus anciens étaient extrêmement fragiles et facilement sujets à la rupture et que le manque de résistance à l'abrasion était la cause de synovites prédisposant à l'infection. L'étude de Gao et al. (2010), après un suivi moyen de 50 mois avec 159 cas de reconstruction du LCA avec LARS (95 aiguës et 64 chroniques), a montré de bons résultats avec un score moyen au Lysholm de 94.5 et une laxité différentielle (mesurée à l'aide du KT-1000) de 1.5mm (range, -1 à 7mm). Deux genoux présentaient un déficit d'extension de 3°, quatre avaient un déficit entre 6° et 10° de flexion et tous les autres patients présentaient des amplitudes de mouvement normales au genou. Le taux global de complications étaient de 5.7% et un seul cas de synovite a été relevé. L'étude de Li *et al.*, (2009) avec 21 patients qui ont reçu une reconstruction du LCP avec LARS, ont présentés après 2 ans de suivi un Lysholm score de 93. Avec l'utilisation du KT-1000, 85% des patients ont obtenu une laxité différentielle entre 1 et 5mm et 15% d'entre eux entre 6 et 10mm.

Les caractéristiques structurelles sont les facteurs les plus faciles à visualiser et à quantifier (Hirschmann *et al.* 2010). Ainsi, la laxité articulaire, qui est un moyen fiable de diagnostiquer une rupture ligamentaire, est devenu également un moyen pour évaluer la qualité d'un traitement, qu'il soit

conservateur ou chirurgical. Cependant, la laxité est une mesure objective, c'est-à-dire un signe, alors que l'instabilité est un symptôme dont le patient se plaint (Landreau *et al.*, 2005). La laxité articulaire est une caractéristique biomécanique objective qui est notée comme signe clinique lors de l'examen physique. À l'inverse, l'instabilité articulaire est plutôt de l'ordre du symptôme ressenti par le patient et donc plus subjective dans son appréciation (Landreau *et al.*, 2005). Par ailleurs, ces concepts se distinguent par le fait que la laxité ne doit pas nécessairement être considérée comme pathologique tandis que l'instabilité doit être reconnue et nécessite une intervention ou, à tout le moins, un suivi pour éviter qu'elle n'altère la fonction. De ce fait, une articulation laxa n'est pas forcément instable. D'un point de vue clinique, il est possible qu'un patient ayant une rupture du ligament croisé présente une laxité anormale du genou. Par contre, l'instabilité ressentie par le patient est un phénomène plus subjectif et variable qui peut s'avérer même absente dans un cas de laxité où par exemple, le contrôle musculaire serait suffisant pour pallier à la laxité articulaire (Landreau *et al.*, 2005).

7.4.1 L'évaluation de la laxité

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

à chaque cas. Les radiographies en stress avec un système à vis dynamométrique, le Telos, applique une force mesurée et connue. Cette force, en tiroir antérieur et postérieur, avec un protocole, a permis de faire des mesures précises de la laxité. Malheureusement, les quelques rares auteurs à l'avoir utilisé n'ont mesuré que le tiroir postérieur. Notons qu'avec cette méthode, le genou est « contraint » et qu'il n'est pas possible de mesurer une translation libre des structures du compartiment interne et externe.

La plupart des études se basent sur la mesure à l'aide du KT-1000 pour évaluer la laxité post-reconstruction du genou. Les mesures obtenues à l'aide du Telos ont été utilisées pour la présente étude sur la base de deux études comparatives montrant que le Telos donnaient des mesures plus précises de la laxité du LCP (Margheritini *et al.*, 2003; Hewett *et al.*, 1997). Une recension fait par Pugh *et al.* (2009) portant sur les différents instruments de mesure de la laxité du genou a conclu que le Telos constituait le meilleur dispositif pour évaluer la laxité postérieure. Ces auteurs ont proposé d'utiliser l'arthromètre KT-1000 ou le Rolimeter pour plutôt évaluer la laxité antérieure. La différence de précision entre le Telos et le KT-1000 rendent difficile la comparaison de nos résultats à ceux d'autres études et ce, particulièrement en ce qui a trait au LCP. La valeur de la laxité postérieur à 90° de flexion semble supérieure comparativement aux résultats d'autres études utilisant le KT-1000. Cependant, il faut considérer que Margheritini *et al.* (2003) en se servant du KT-2000 (qui bénéficie seulement d'une documentation graphique supplémentaire par rapport

au KT-1000) ont sous-estimé le degré de laxité postérieure comparativement aux mesures faites avec le Telos. De plus, il faut tenir compte du fait que les techniques évaluant la laxité à 90° de flexion du genou permettent un plus grand déplacement postérieur du tibia ce qui mène plus facilement à une quantification d'insuffisance du LCP.

Les résultats de l'étude de Boyer *et al.* (2004) sur la fiabilité du KT-1000, en comparaison avec le Telos pour la mesure de laxité après rupture du LCA, montrent que la fidélité intraobservateur du KT-1000 est identique aux forces de 67, 89 et 134N et en mode manuel maximum pour une valeur au seuil différentiel de 3mm entre le genou sain et opéré. Avec une force de 250N pour le Telos, 25 % des patients ont une mesure différentielle inférieure à 1mm et pour 90 % d'entre eux, il est inférieur à 5mm. Les valeurs des tiroirs obtenus avec une force de 250N étant un peu supérieure à celles obtenues avec une force de 150N et l'erreur sur la mesure étant similaire aux 2 niveaux de force, la marge d'erreur est par conséquent proportionnellement moins grande sur les valeurs de tiroir évaluées à 250N. Selon Boyer *et al.* (2004), l'évaluation à 250N, lorsqu'elle est bien tolérée, comporte moins de faux-négatifs car son effet de translation est moins susceptible d'être contrecarré par une contraction musculaire parasite. Néanmoins, l'évaluation avec une contrainte à 250N est limitée par le fait qu'elle exige davantage la relaxation du patient due à l'inconfort qu'elle engendre en raison de la forte tension appliquée sur le genou. L'importance du fait que le sujet soit bien relâché au niveau musculaire est

aussi un élément sur lequel il faut tout particulièrement insister pour une prise de mesures satisfaisante que ce soit avec le Telos ou avec le KT-1000 (Boyer et al., 2004). Elle passe avant tout par la mise en confiance et le respect de la règle de l'indolence pour produire le moins d'inconfort lors de l'examen.

Selon Jardin *et al.* (1999), qui ont mesuré la laxité antérieure du genou post-reconstruction du LCA, seules les mesures au Telos étaient corrélées avec le ressaut rotatoire clinique et la détection d'un signe de Lachman. Les mesures au Telos étaient beaucoup plus sensibles, identifiant mieux les ruptures que le KT-1000. De plus, la fidélité inter-évaluateur du KT-1000 était faible, même pour un examinateur expérimenté. Les études réalisées par Sernert *et al.* (2001) et Hrubesch *et al.* (2000) montrent que le KT-1000 démontre une bonne fidélité seulement lorsqu'il est utilisé par un examinateur expérimenté. Les études de Berry *et al.* (1999) confirment que l'expérience en se servant du KT-1000 est très importante qu'il faut largement se pratiquer à l'utiliser. Ballantyne *et al.* (1995) recommandent aussi qu'on fasse la même prise de mesures deux ou trois fois pour diminuer le risque d'erreurs. Selon Anderson *et al.* (1992), une mesure de laxité donnée avec un appareil ne peut pas être comparable avec une mesure obtenue avec un autre type d'appareil, pour un même sujet, qu'il soit sain ou qu'il présente une laxité. D'autre part, Lerat *et al.* (1993) ont montré que les évaluations radiographiques et arthrométriques de la laxité étaient toutes les deux fiables, même si les mesures obtenues avec ces deux méthodes étaient différentes. Il est rare qu'une étude rapporte des résultats à long terme d'une

nouvelle technique. Les méthodes concernées et leurs résultats à long terme disparaissent tout simplement de la littérature sans raison évidente. Même les méthodes ayant montré des résultats satisfaisants dans le passé, ont été abandonnés sans étude approfondie (Hovelius *et al.*, 1985; Odensten *et al.*, 1983; Hanks *et al.*, 1981; Fox *et al.*, 1980). Dans ce sens, Gillquist (1993) a remarqué qu'il serait plus important de savoir si les méthodes de reconstruction que nous utilisons actuellement sont efficaces à long terme plutôt que d'en concevoir de nouvelles.

7.5 La reconstruction du LCP

La reconstruction du LCP est une intervention de mieux en mieux pratiquée devenue fiable au fil des ans grâce à une meilleure connaissance de l'anatomie et de la biomécanique de ce ligament. Les apports de la technique chirurgicale et de la réadaptation, l'utilisation de greffes plus résistantes bien positionnées, combinées avec des moyens de fixations rigides et résistants, de même que la recherche fondamentale et clinique, ont permis un progrès considérable dans la connaissance et l'efficacité des interventions dans les lésions du LCP depuis 10 ans. Puisque l'insertion anatomique du LCP est typiquement plus large que la greffe utilisée dans la reconstruction, le chirurgien peut choisir la portion du LCP à être reconstruite. La technique à un

faisceau focalise la reconstruction du faisceau antérolatéral (AL), tandis que la reconstruction à deux faisceaux restaure les faisceaux AL et posteromédial (PM) (Fanelli *et al.*, 2010). La présente étude ainsi que celles de Fanelli *et al.* (2010), Apsingi *et al.*, (2008), Hatayama *et al.*, (2006), Brunet *et al.* (2005) et Wang *et al.* (2004b) n'ont pas trouvé de différences significatives au niveau des résultats obtenus entre les reconstructions à un faisceau et à deux faisceaux du LCP. Malgré la légère différence en flexion en faveur du groupe reconstruit à un faisceau, ce résultat ne semble pas se traduire par un meilleur niveau fonctionnel pour ce type de reconstruction puisque les scores subjectifs fonctionnels et de qualité de vie étaient similaires. Les résultats obtenus infirment les prédictions faites à partir des 4^{ème} et 5^{ème} hypothèses qui prévoyaient que la reconstruction à deux faisceaux permettrait d'obtenir un meilleur niveau fonctionnel par rapport à la reconstruction à un faisceau avec moins de laxité résiduelle et une meilleure qualité de vie. Bergfeld *et al.*, (2005) ont comparé la reconstruction du LCP à un et à deux faisceaux et ils ont conclu que les deux techniques s'avèrent comparables en ce qui a trait à leur efficacité à restaurer la cinématique du genou. Dans les présents résultats, pour un tiroir postérieur, la laxité était significativement inférieure à l'angle de 30° par rapport à celle observée à 90° de flexion du genou, autant pour les reconstructions à un faisceau que à deux faisceaux. L'étude de Race & Amis (1998) a montré que la reconstruction à un faisceaux du LCP augmente la laxité entre 90° et 130° et réduit entre 0° et 30° de flexion du genou. Ceci pourrait possiblement s'expliquer par le déficit au niveau du faisceau AL qui devrait

contribuer beaucoup plus à la stabilité du genou en limitant la translation postérieure à 90° de flexion. Ces auteurs ont dévoilé que les structures postéro-externes travaillent en synergie avec le LCP entre 0° et 30° de flexion pour aider à réduire la laxité postérieure. Les structures postéro-externes jouent donc un rôle important dans la stabilité postérieure du genou. À 70° de flexion du genou, Shen et al. (2010) ont enregistré un déplacement différentiel postérieur de 0 à 2mm dans 76% des cas, 3 à 5mm dans 17% des cas et 6 à 10mm) dans 7% des cas, suite à la reconstruction du LCP à 1 faisceau avec le ligament LARS. Dans l'étude de Margheritini *et al.*, (2004), la reconstruction du faisceau AL a contribué à limiter le déplacement postérieur à 90° de flexion du genou. Les travaux sur l'anatomie complexe du LCP ont poussé les chirurgiens à se tourner vers la reconstruction des deux faisceaux fonctionnels (Lobenhoffer *et al.*, 1996; Miller & Olszewski, 1995; Covey & Sapega, 1993). D'autres points d'insertion du substitut, tant au niveau tibial que fémoral ont donc été définis, permettant le remplacement des deux faisceaux fonctionnels sans pour autant produire la surtension à un des deux faisceaux. Les travaux d'Ogata & McCarthy (1992) ont montré le deux points d'insertion qui subissaient une élongation plus faible et qui pouvaient être utilisés pour le remplacement du LCP à deux faisceaux fonctionnels. Ces deux points sont choisis par Laboureau (2001) pour le remplacement du LCP avec la prothèse synthétique du type LARS en raison des résultats prometteurs de stabilisation antéropostérieure et en rotation.

Les reconstructions à deux faisceaux (de plus en plus utilisées) ont montré des résultats prometteurs par d'autres études (Mannor *et al.*, 2000; Harner *et al.*, 2000; Race & Amis, 1998). Selon Chhabra *et al.* (2005), la reconstruction à deux faisceaux doit être utilisée préférentiellement en cas de laxité chronique ou rupture isolée complète du LCP. Il existe donc plusieurs facteurs qui semblent influencer le niveau de succès de la reconstruction du LCP, parmi ces derniers, on retrouve l'intégrité des structures synergistes à l'action des ligaments qui limitent les contraintes secondaires, la sélection de la greffe, et la technique chirurgicale.

7.6 Les lésions associées

Le protocole de prise en charge d'une luxation traumatique du genou n'est pas systématisé et le traitement chirurgical, lorsqu'il est envisagé, n'est pas consensuel. Face à cette blessure il faut souligner la possibilité de lésions associées des tendons (tendon rotulien, tendon du biceps et tendons de la patte d'oie) (Engebretsen *et al.*, 2009; Chhabra *et al.*, 2005). Il s'agit d'un aspect important à connaître car certains de ces tendons sont des candidats possibles pour devenir des transplants lors de la reconstruction. Les lésions associées qui ont présenté les incidences les plus élevées dans la présente étude sont les

lésions méniscales (77%) et les fractures (29.5%). Ceci est important car la conservation méniscale est également primordiale pour l'avenir de ces genoux et constitue un gage de stabilité et de protection des cartilages (Lerat & Nordin, 2007). De ce fait, 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. Selon Versier et al., 2006) les fractures ostéochondrales du condyle fémoral et du plateau tibial sont fréquentes (4 à 15%). Les lésions de l'appareil extenseur sont également fréquentes (10 à 21%) et peuvent intéresser le vaste interne et l'aileron rotulien interne, ou peuvent interrompre la continuité du système extenseur en impliquant soit une fracture de la rotule (4%), une rupture des tendons quadricipital (1,5%) ou rotulien (3,5%) (Versier et al., 2006).

Les lésions vasculaires sont présentes dans 8 à 30% des cas de luxations du genou (Howells *et al.*, 2011; Shelbourne & Carr, 2003). Dans la présente étude, ce type de lésion a été observé dans 12.7% des cas. Lorsque des lésions vasculaires sont associées, tous les auteurs insistent sur le risque de ne pas bien les reconnaître et sur la nécessité de les traiter, comme toute urgence vasculaire, dans les délais les plus courts possibles (Gray & Cindric, 2011; Bonneville *et al.*, 2006). Le traitement des complications neurologiques est rarement évoqué. Une lésion neurologique associée a été retrouvée dans 24% des cas de notre série, ce qui est similaire à la littérature, avec une atteinte reportée dans 10 à 35% des cas (Howells *et al.*, 2011; Peskun *et al.*, 2010 ; Versier *et al.*, 2006). Il

peut s'agir d'un étirement, d'une contusion ou d'une rupture. Dans notre série, aucun patient n'avait de traumatisme associé menaçant le pronostic vital. Ceci contraste avec les données de la littérature dans lesquelles on retrouve dans une série 27% de contusions cérébrale, thoracique ou abdominale (Wascher *et al.*, 1997). Dans d'autres études, on retrouve au moins une fracture associée dans 60 % des cas et des fractures multiples dans 41 % des cas (Gray & Cindric, 2011;Versier *et al.*, 2006). Selon Versier *et al.* (2006) deux facteurs influencent nettement le résultat final: d'une part l'existence d'une complication vasculo-nerveuse, spécialement l'atteinte neurologique qui fait chuter le taux d'excellents ou bons résultats de 50% à 35%, d'autre part et surtout la présence d'une fracture articulaire: 17 % d'excellents ou bons résultats au lieu de 55 % en son absence. Ceci met en évidence qu'il ne faut pas méconnaître la possibilité d'une luxation du genou, en particulier si elle s'est spontanément réduite, et à l'inverse faire un examen complet à la recherche d'autres lésions. En effet, il faut distinguer plusieurs types de lésions dont la gravité est différente et dont la prise en charge secondaire engendre des conséquences variées.

7.7 Forces et faiblesses de l'étude

La force principale de cette étude est la taille de l'échantillon étudié, qui inclut le plus grand effectif de patients présentant des luxations du genou traitées en aigu (n=71) avec le ligament du type LARS par le même chirurgien expérimenté. Au contraire de la plupart des études, aucun patient n'a été exclu dans l'analyse de données à cause des lésions associées. Ces patients ont été inclus dans la présente étude en raison de la forte incidence des blessures associées dans la population de luxation du genou. Cela permet de mieux généraliser les résultats à la population pour laquelle les résultats pourront être utilisés. Les luxations du genou représentent une blessure rare et très hétérogène dans la population pour laquelle obtenir un échantillon représentatif demeure toujours un défi important. Cet échantillon est le deuxième plus important à porter sur les luxations du genou réparées après celui de l'étude d'Engebretsen *et al.* (2009) qui ont combiné les luxations aiguës et chroniques (n=85). Une autre force de cette étude est qu'elle constitue le plus long suivi pour la reconstruction du LCA et du LCP avec le ligament LARS (7 ans).

Il est toutefois important de souligner certaines faiblesses et limites de l'étude. Tout d'abord, comme presque toutes les études sur la luxation du genou, elle consistait en une série de cas rétrospective ce qui est considéré comme un niveau d'évidence scientifique limité (niveau IV) (Davidoff *et al.*,

1995). De plus, les évaluations de patients n'ont pas été effectuées en même temps, de sorte que les patients les plus anciens de l'article II (33,8%) n'ont pas répondu à tous les questionnaires subjectifs. Malgré cela, 47 patients ont pu compléter tous les questionnaires subjectifs, ce qui constitue un échantillon plus important que ce qui est rencontré dans la majorité des études portant sur la luxation de genou.

En raison de la taille d'échantillon relativement restreinte de patients et du manque de puissance statistique en découle pour certaines des comparaisons effectuées dans le article I, l'erreur de type II ne peut être écarté et doit être considérée dans l'interprétation des résultats de l'article. Nous croyons que ces deux limites sont inhérentes à la population étudiée soit les patients avec luxations de genou qui demeurent un groupe hétérogène aux prises avec une affection rare et complexe. En outre, 20 patients ont été perdus au suivi et ce, principalement pour des raisons d'éloignement géographique. Les participants proviennent de toutes les régions de la province, incluant les territoires du nord, et sont référés au centre de trauma de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Il est parfois difficile de réévaluer ces patients plusieurs années après leur chirurgie. Ceci est reconnu comme étant un problème dans la plupart des études de reconstruction ligamentaire car les patients sont généralement jeunes et ils déménagent souvent.

7.8 Conclusion

Les résultats de la présente étude, qui a le mérite d'avoir 71 cas de luxation du genou avec suivi rétrospectif moyen de 54 mois post-chirurgie (intervalle entre 24 à 96 mois), suggèrent que l'utilisation alternative du ligament artificiel du type LARS permet d'éviter les désagréments occasionnés par les allogreffes et par les prélèvements des tendons pour les autogreffes. La reconstitution simultanée et solide d'emblée des deux ligaments croisés à partir du ligament artificiel permet une courte période d'immobilisation et une réadaptation rapide tout en obtenant des résultats fonctionnels satisfaisants. Les résultats de la laxité, suite à la reconstruction du LCP, sont moins satisfaisants à long terme, dévoilant à 90° de flexion une laxité postérieure de plus de 5mm. Les données révèlent que les patients décrivent une constance de leur condition avec le temps et ce, malgré le fait que la luxation du genou soit vue comme une catastrophe au moment où elle se produit. Conséquemment, des facteurs de comorbidité pourraient expliquer partiellement les faibles scores obtenus malgré la réparation chirurgicale.

En dépit des difficultés reliées à la récupération post-luxations du genou, les résultats comparables et satisfaisants suggèrent que la reconstruction du LCP à un ou à deux faisceaux, en multipliant les gestes périphériques au besoin, permettent une très bonne récupération de la capacité fonctionnelle du

genou. Les résultats obtenus au travers des évaluations subjectives et objectives effectuées démontrent bien que les reconstructions du LCA et du LCP avec les ligaments artificiels du type LARS sont une alternative valide pour le traitement des luxations aigües du genou. Cependant, des études prospectives randomisées sont nécessaires pour comparer les effets du choix du type de greffe sur la récupération du genou lésé.

Les résultats ont des implications cliniques et devraient encourager les professionnels à prendre en considération l'évaluation subjective ainsi que les attentes et les buts des patients subissant ce type de chirurgie. En effet, les résultats de ces mesures subjectives peuvent différer des mesures objectives et externes du devenir de ces patients et mener à des conclusions différentes. Un temps de suivi plus long sera néanmoins nécessaire pour déterminer si les bons résultats se maintiennent sur des plus longues périodes de temps. C'est l'analyse des échecs avec la détermination de leur cause qui permettront de mieux documenter la technique opératoire et d'élaborer les principes lesquels doivent être impérativement respectés. C'est aussi l'analyse comparative des avantages et inconvénients des plasties, ainsi que leurs résultats respectifs qui permettront de mieux préciser les indications de l'emploi de l'une ou l'autre des méthodes. L'absence de rupture des ligaments, l'absence des cas de synovite, les améliorations perçues en ce qui a trait à la stabilité globale du genou ainsi que le retour plus rapide aux activités quotidiennes et sportives, sont parmi les raisons pour recommander l'utilisation du ligament LARS.

Références

- Amis AA & Zavras TD (1995). Isometricity and graft placement during anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee* **2**, 5-17.
- Anderson AF, Irrgang JJ, Kocher MS, Mann BJ, & Harrast JJ (2006). The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: normative data. *Am J Sports Med* **34**, 128-135.
- Anderson AF, Snyder RB, Federspiel CF, & Lipscomb AB (1992). Instrumented evaluation of knee laxity: a comparison of five arthrometers. *Am J Sports Med* **20**, 135-140.
- Andersson C, Odensten M, & Gillquist J (1991). Knee function after surgical or nonsurgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament: a randomized study with a long-term follow-up period. *Clin Orthop Relat Res* 255-263.
- Apsingi S, Nguyen T, Bull AM, Unwin A, Deehan DJ, & Amis AA (2008). Control of laxity in knees with combined posterior cruciate ligament and posterolateral corner deficiency: comparison of single-bundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction combined with modified Larson posterolateral corner reconstruction. *Am J Sports Med* **36**, 487-494.
- Bach BR, Jr., Tradonsky S, Bojchuk J, Levy ME, Bush-Joseph CA, & Khan NH (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.
- Ballantyne BT, French AK, Heimsoth SL, Kachingwe AF, Lee JB, & Soderberg GL (1995). Influence of examiner experience and gender on interrater reliability of KT-1000 arthrometer measurements. *Phys Ther* **75**, 898-906.

Barber-Westin SD, Noyes FR, McCloskey JW (1999). Rigorous Statistical Reliability, Validity, and Responsiveness Testing of the Cincinnati Knee Rating System in 350 Subjects with Uninjured, Injured, or Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Knees. *Am J Sports Med.* Jul-Aug; **27**(4):402-16.

Barker KL, Lamb SE, Burns M, & Simpson AH (1999). Repeatability of goniometer measurements of the knee in patients wearing an Ilizarov external fixator: a clinic-based study. *Clin Rehabil* **13**, 156-163.

Beaton DE & Schemitsch E (2003). Measures of health-related quality of life and physical function. *Clin Orthop Relat Res* 90-105.

Bergfeld JA, Graham SM, Parker RD, Valdevit AD, & Kambic HE (2005). A biomechanical comparison of posterior cruciate ligament reconstructions using single- and double-bundle tibial inlay techniques. *Am J Sports Med* **33**, 976-981.

Berry J, Kramer K, Binkley J, Binkley GA, Stratford P, Hunter S, & Brown K (1999). Error estimates in novice and expert raters for the KT-1000 arthrometer. *J Orthop Sports Phys Ther* **29**, 49-55.

Beynon BD & Fleming BC (1998). Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. *J Biomech* **31**, 519-525.

Bin SI, Nam TS (2007). Surgical outcome of 2-stage management of multiple knee ligament injuries after knee dislocation. *Arthroscopy* **23**(10):1066–1072.

Blankevoort L, Huiskes R, & de LA (1991). Recruitment of knee joint ligaments. *J Biomech Eng* **113**, 94-103.

Blankevoort L, Huiskes R, & de LA (1988). The envelope of passive knee joint motion. *J Biomech* **21**, 705-720.

Blin D, Cyteval C, Kamba C, Blondel M, & Lopez FM (2007). [Imaging of traumatic injuries of the knee]. *J Radiol* **88**, 775-788.

Bonnevialle P, Chaufour X, Loustau O, Mansat P, Pidhorz L, & Mansat M (2006). [Traumatic knee dislocation with popliteal vascular disruption: retrospective study of 14 cases]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **92**, 768-777.

Boyer P, Djian P, Christel P, Paoletti X, & Degeorges R (2004). [Reliability of the KT-1000 arthrometer (Medmetric) for measuring anterior knee laxity: comparison with Telos in 147 knees]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **90**, 757-764.

Bratt HD & Newman AP (1993). Complete dislocation of the knee without disruption of both cruciate ligaments. *J Trauma* **34**, 383-389.

Brautigan B & Johnson DL (2000). The epidemiology of knee dislocations. *Clin Sports Med* **19**, 387-397.

Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreault C, Goudreault M, & Gringras S (2001). Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil* **82**, 396-402.

Brosseau L, Tousignant M, Budd J, Chartier N, Duciaume L, Plamondon S, O'Sullivan JP, O'Donoghue S, & Balmer S (1997). Intratester and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects. *Physiother Res Int* **2**, 150-166.

Brunet P, Charrois O, Degeorges R, Boisrenoult P, & Beaufile P (2005). [Reconstruction of acute posterior cruciate ligament tears using a synthetic ligament]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **91**, 34-43.

Burnett QM & Fowler PJ (1985). Reconstruction of the anterior cruciate ligament: historical overview. *Orthop Clin North Am* **16**, 143-157.

Busam ML, Provencher MT, & Bach BR, Jr. (2008). Complications of anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone constructs: care and prevention. *Am J Sports Med* **36**, 379-394.

- Busija L, Osborne RH, Nilsson A, Buchbinder R, & Roos EM (2008). Magnitude and meaningfulness of change in SF-36 scores in four types of orthopedic surgery. *Health Qual Life Outcomes* **6**, 55.
- Butler DL, Grood ES, Noyes FR, & Sodd AN (1985). On the interpretation of our anterior cruciate ligament data. *Clin Orthop Relat Res* 26-34.
- Cain EL, Jr. & Clancy WG, Jr. (2002). Posterior cruciate ligament reconstruction: two-bundle technique. *J Knee Surg* **15**, 108-113.
- Calvisi V, De Vincentiis B, Palumbo P, Padua R, Lupporelli S (2008). Health-related quality of life in patients with anterior cruciate ligament insufficiency undergoing arthroscopic reconstruction: a practice-based Italian normative group in comorbid-free patients. *J Orthopaed Traumatol* **9**:233-238.
- Casteleyn PP & Handelberg F (1996). Non-operative management of anterior cruciate ligament injuries in the general population. *J Bone Joint Surg Br* **78**, 446-451.
- Cazenave A, Baert D, & Ridoux PE (1994). [Reconstruction of the anterior cruciate ligament with artificial ligament (Ligastic). Clinical results in 72 patients]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **80**, 413-419.
- Chao EY, Laughman RK, & Stauffer RN (1980). Biomechanical gait evaluation of pre and postoperative total knee replacement patients. *Arch Orthop Trauma Surg* **97**, 309-317.
- Chaory K & Poiraudou S (2004). [Rating scores for ACL ligamentoplasty]. *Ann Readapt Med Phys* **47**, 309-316.
- Chen CH, Chen WJ, & Shih CH (2000). Arthroscopic double-bundled posterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *Arthroscopy* **16**, 780-782.
- Chhabra A, Cha PS, Rihn JA, Cole B, Bennett CH, Waltrip RL, & Harner CD (2005). Surgical management of knee dislocations. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* **87 Suppl 1**, 1-21.

Cho KO (1975). Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitendinosus tenodesis. *J Bone Joint Surg Am* **57**, 608-612.

Christel P (2003). Basic principles for surgical reconstruction of the PCL in chronic posterior knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **11**, 289-296.

Ciobanu M, Siove A, Gueguen V, Gamble LJ, Castner DG, & Migonney V (2006). Radical graft polymerization of styrene sulfonate on poly(ethylene terephthalate) films for ACL applications: "grafting from" and chemical characterization. *Biomacromolecules* **7**, 755-760.

Clancy WG, Jr., Nelson DA, Reider B, & Narechania RG (1982). Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Am* **64**, 352-359.

Clancy WG, Jr. & Smith L (1991). Arthroscopic anterior and posterior cruciate ligament reconstruction technique. *Ann Chir Gynaecol* **80**, 141-148.

Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, & Pinczewski LA (1999). Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med* **27**, 444-454.

Covey DC & Sapega AA (1994). Anatomy and function of the posterior cruciate ligament. *Clin Sports Med* **13**, 509-518.

Covey DC & Sapega AA (1993). Current concepts review. Injuries of the posterior cruciate ligament. *The J Bone Joint Surg* **75-A**, 1376-1386.

Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, & Kaufman KR (1994). Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med* **22**, 632-644.

Daniel DM, Stone ML, Sachs R, & Malcom L (1985). Instrumented measurement of anterior knee laxity in patients with acute anterior cruciate ligament disruption. *Am J Sports Med* **13**, 401-407.

Danowski RG & Chansot JC (2005). Entorses du genou. *Traumatologie du sport* 7e édition, Masson, Paris.

Danto MI & Woo SL (1993). The mechanical properties of skeletally mature rabbit anterior cruciate ligament and patellar tendon over a range of strain rates. *J Orthop Res* **11**, 58-67.

Davidoff F, Haynes B, Sackett D, & Smith R (1995). Evidence based medicine. *BMJ* **310**, 1085-1086.

Dedmond BT & Almekinders LC (2001). Operative versus nonoperative treatment of knee dislocations: a meta-analysis. *Am J Knee Surg* **14**, 33-38.

Dejour H, Dejour D, & Si ST (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**, 777-789.

Demirdjian AM, Petrie SG, Guanche CA, & Thomas KA (1998). The outcomes of two knee scoring questionnaires in a normal population. *Am J Sports Med* **26**, 46-51.

Dennis JW, Jagger C, Butcher JL, Menawat SS, Neel M, & Frykberg ER (1993). Reassessing the role of arteriograms in the management of posterior knee dislocations. *J Trauma* **35**, 692-695.

Denti M, Bigoni M, Dodaro G, Monteleone M, & Arosio A (1995). Long-term results of the Leeds-Keio anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **3**, 75-77.

Dericks GJ (1995). Ligament advanced reinforcement system anterior cruciate ligament reconstruction. *Op Tech Sports Med* **3**, 187-205.

Di Fabio RP & Boissonnault W (1998). Physical therapy and health-related outcomes for patients with common orthopaedic diagnoses. *J Orthop Sports Phys Ther* **27**, 219-230.

Dienst M, Burks RT, & Greis PE (2002). Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am* **33**, 605-20, v.

Djian P, Christel P, Roger B, Witvoet J (1994). Roentgenographic and magnetic resonance imaging of anterior cruciate reconstruction using a patellar tendon graft--correlations with physical findings. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **2**(4), 207-213.

Djian P, Bellier G, Christel P (1999). Aspect biologique de la reconstruction du ligament croisé antérieur par une greffe tendineuse autologue. *Annales de la société Française d'Arthroscopie* **63**.

Draganich LF, Reider B, Ling M, & Samuelson M (1990). An in vitro study of an intraarticular and extraarticular reconstruction in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Am J Sports Med* **18**, 262-266.

Duri ZA, Aichroth PM, & Zorrilla P (1997). The posterior cruciate ligament: a review. *Am J Knee Surg* **10**, 149-164.

Dye SF, Wojtys EM, Fu FH, Fithian DC, & Gillquist I (1999). Factors contributing to function of the knee joint after injury or reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Instr Course Lect* **48**, 185-198.

Elmlinger BS, Nyland JA, & Tillett ED (2006). Knee flexor function 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus-gracilis autografts. *Arthroscopy* **22**, 650-655.

Engbretsen L, Risberg MA, Robertson B, Ludvigsen TC, & Johansen S (2009). Outcome after knee dislocations: a 2-9 years follow-up of 85 consecutive patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **17**, 1013-1026.

Eranki V, Begg C, & Wallace B (2010). Outcomes of operatively treated acute knee dislocations. *Open Orthop J* **4**, 22-30.

Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, Lofgren AC, Bredenbergh M, Westman I, & Wredmark T (2001). A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* **83**, 348-354.

Fanelli GC (2000). Treatment of combined anterior cruciate ligament-posterior cruciate ligament-lateral side injuries of the knee. *Clin Sports Med* **19**, 493-502.

Fanelli GC, Beck JD, & Edson CJ (2010). Double bundle posterior cruciate ligament reconstruction: surgical technique and results. *Sports Med Arthrosc* **18**, 242-248.

Fanelli GC, Beck JD, & Edson CJ (2011). Combined PCL-ACL lateral and medial side injuries: treatment and results. *Sports Med Arthrosc* **19**, 120-130.

Fanelli GC, Edson CJ (2002). Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the multiple ligament injured knee: 2- to 10-year follow-up. *Arthroscopy*. Sep;18(7):703-14.

Fanelli GC, Giannotti BF, & Edson CJ (1994). The posterior cruciate ligament arthroscopic evaluation and treatment. *Arthroscopy* **10**, 673-688.

Fanelli GC, Orcutt DR, & Edson CJ (2005). The multiple-ligament injured knee: evaluation, treatment, and results. *Arthroscopy* **21**, 471-486.

Feagin JA, Jr. & Curl WW (1996). Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year followup study. *Clin Orthop Relat Res* 4-9.

Fischer LP, Guyot J, Gonon GP, Carret JP, Courcelles P, & Dahhan P (1978). Rôle des muscles et des ligaments dans le contrôle de la stabilité du genou. *Anatomia Clinica* **1**, 43-53.

Fougeyrollas P, Noreau L, Bergeron H, Cloutier R, Dion SA, & St-Michel G (1998). Social consequences of long term impairments and disabilities: conceptual approach and assessment of handicap. *Int J Rehabil Res* **21**, 127-141.

Fox JM, Blazina ME, Del PW, Ivey FM, & Broukhim B (1980). Extra-articular stabilization of the knee joint for anterior instability. *Clin Orthop Relat Res* 56-61.

Frank CB & Jackson DW (1997). The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* **79**, 1556-1576.

Fremerey RW, Lobenhoffer P, Zeichen J, Skutek M, Bosch U, & Tscherne H (2000). Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament: a prospective, longitudinal study. *J Bone Joint Surg Br* **82**, 801-806.

Friederich NF & Biedert RM (1993). Role of extra-articular procedure. *Clin Sports Med* **12**, 815-824.

Friederich NF, O'Brien WR, & Muller W (1995). Functional anatomy of the posterior cruciate ligament experimental results. *Arthroscopie* **8**, 53-58.

Friedman MJ, Sherman OH, Fox JM, Del PW, Snyder SJ, & Ferkel RJ (1985). Autogeneic anterior cruciate ligament (ACL) anterior reconstruction of the knee. A review. *Clin Orthop Relat Res* 9-14.

Fu FH, Harner CD, Johnson DL, Miller MD, & Woo SL (1994). Biomechanics of knee ligaments: basic concepts and clinical application. *Instr Course Lect* **43**, 137-148.

Gao K, Chen S, Wang L, Zhang W, Kang Y, Dong Q, Zhou H, & Li L (2010). Anterior cruciate ligament reconstruction with LARS artificial ligament: a multicenter study with 3- to 5-year follow-up. *Arthroscopy* **26**, 515-523.

Gillquist J (1993). Repair and reconstruction of the ACL: is it good enough? *Arthroscopy* **9**, 68-71.

Gillquist J & Odensten M (1993). Reconstruction of old anterior cruciate ligament tears with a Dacron prosthesis. A prospective study. *Am J Sports Med* **21**, 358-366.

Gollehon DL, Torzilli PA, & Warren RF (1987). The role of the posterolateral and cruciate ligaments in the stability of the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* **69**, 233-242.

Gosling JA, Harris PF, Whitmore I, & Willan PLT (2003). *Anatomie Humaine. Anatomie Humaine 2e edition française De Boeck & Larcier s a Bruxelles.*

Gray H (1985). *Anatomy of the Human Body. 30th American Ed Edited by Carmine D Clemente, Lea & Febiger, Philadelphia.*

Gray JL & Cindric M (2011). Management of arterial and venous injuries in the dislocated knee. *Sports Med Arthrosc* **19**, 131-138.

Grontvedt T, Engebretsen L, Benum P, Fasting O, Molster A, & Strand T (1996). A prospective, randomized study of three operations for acute rupture of the anterior cruciate ligament. Five-year follow-up of one hundred and thirty-one patients. *J Bone Joint Surg Am* **78**, 159-168.

Grood ES & Noyes FR (1976). Cruciate ligament prosthesis: strength, creep, and fatigue properties. *J Bone Joint Surg Am* **58**, 1083-1088.

Hagino RT, DeCaprio JD, Valentine RJ, & Clagett GP (1998). Spontaneous popliteal vascular injury in the morbidly obese. *J Vasc Surg* **28**, 458-462.

Hamido F, Misfer AK, Al HH, Khadrawe TA, Soliman A, Talaat A, Awad A, & Khairat S (2010). The use of the LARS artificial ligament to augment a short or undersized ACL hamstrings tendon graft. *Knee.*

Hanks GA, Joyner DM, & Kalenak A (1981). Anterolateral rotatory instability of the knee. An analysis of the Ellison procedure. *Am J Sports Med* **9**, 225-232.

Harfe DT, Chuinard CR, Espinoza LM, Thomas KA, & Solomonow M (1998). Elongation patterns of the collateral ligaments of the human knee. *Clin Biomech (Bristol , Avon)* **13**, 163-175.

Harner CD & Hoher J (1998). Evaluation and treatment of posterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* **26**, 471-482.

Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, Yagi M, Vogrin TM, & Woo SL (2000). Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* **28**, 144-151.

Harner CD, Olson E, Irrgang JJ, Silverstein S, Fu FH, & Silbey M (1996). Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction: 3- to 5-year outcome. *Clin Orthop Relat Res* 134-144.

Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, & Irrgang JJ (2004). Surgical management of knee dislocations. *J Bone Joint Surg Am* **86-A**, 262-273.

Hatayama K, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi Y, Asagumo H, & Takagishi K (2006). A comparison of arthroscopic single- and double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: review of 20 cases. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* **35**, 568-571.

Hefti F & Muller W (1993). [Current state of evaluation of knee ligament lesions. The new IKDC knee evaluation form]. *Orthopade* **22**, 351-362.

Hefti F, Muller W, Jakob RP, & Staubli HU (1993). Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **1**, 226-234.

Hegyes MS, Richardson MW, & Miller MD (2000). Knee dislocation. Complications of nonoperative and operative management. *Clin Sports Med* **19**, 519-543.

Hewett TE, Noyes FR, & Lee MD (1997). Diagnosis of complete and partial posterior cruciate ligament ruptures. Stress radiography compared with KT-1000 arthrometer and posterior drawer testing. *Am J Sports Med* **25**, 648-655.

Hiemstra LA, Webber S, MacDonald PB, & Kriellaars DJ (2000). Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc* **32**, 1472-1479.

Hirschmann MT, Zimmermann N, Rychen T, Candrian C, Hudetz D, Lorez LG, Amsler F, Muller W, & Friederich NF (2010). Clinical and radiological outcomes after management of traumatic knee dislocation by open single stage complete reconstruction/repair. *BMC Musculoskelet Disord* **11**, 102.

Hollis JM, Takai S, Adams DJ, Horibe S, & Woo SL (1991). The effects of knee motion and external loading on the length of the anterior cruciate ligament (ACL): a kinematic study. *J Biomech Eng* **113**, 208-214.

HOOVER NW (1961). Injuries of the popliteal artery associated with fractures and dislocations. *Surg Clin North Am* **41**, 1099-1112.

Hopman WM, Towheed T, Anastassiades T, Tenenhouse A, Poliquin S, Berger C, Joseph L, Brown JP, Murray TM, Adachi JD, Hanley DA, & Papadimitropoulos E (2000). Canadian normative data for the SF-36 health survey. Canadian Multicentre Osteoporosis Study Research Group. *CMAJ* **163**, 265-271.

Hovellius L, Westerlind G, & Berggren B (1985). Pes anserinus transfer for the unstable knee. A 7-year follow-up of 43 cases of ruptured anterior cruciate ligament. *Acta Orthop Scand* **56**, 127-129.

Howells NR, Brunton LR, Robinson J, Porteus AJ, Eldridge JD, & Murray JR (2011). Acute knee dislocation: An evidence based approach to the management of the multiligament injured knee. *Injury* **42**, 1198-1204.

Hrubesch R, Rangger C, Reichkandler M, Sailer RF, Gloetzer W, & Eibl G (2000). Comparison of score evaluations and instrumented measurement after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* **28**, 850-856.

Huang JM, Wang Q, Shen F, Wang ZM, & Kang YF (2010). Cruciate ligament reconstruction using LARS artificial ligament under arthroscopy: 81 cases report. *Chin Med J (Engl)* **123**, 160-164.

Ibrahim SA (1999). Primary repair of the cruciate and collateral ligaments after traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* **81**, 987-990.

Ibrahim SA, Ahmad FH, Salah M, Al Misfer AR, Ghaffer SA, & Khirat S (2008). Surgical management of traumatic knee dislocation. *Arthroscopy* **24**, 178-187.

Irrgang JJ & Anderson AF (2002). Development and validation of health-related quality of life measures for the knee. *Clin Orthop Relat Res* 95-109.

Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, Richmond JC, & Shelborne KD (2001). Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med* **29**, 600-613.

Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, & Fu FH (1998). Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **6**, 107-114.

Jackson DW, Grood ES, Goldstein JD, Rosen MA, Kurzweil PR, Cummings JF, & Simon TM (1993). A comparison of patellar tendon autograft and allograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in the goat model. *Am J Sports Med* **21**, 176-185.

Jacquot L, Selmi TAS, Servien E, & Neyret P (2003). Lésions ligamentaires récentes du genou. *Encycl Méd Chir Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS Paris*.

James SL, Woods GW, Homsy CA, Prewitt JM, III, & Slocum DB (1979). Cruciate ligament stents in reconstruction of the unstable knee. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res* 90-96.

Jans HW, Dortmans LJ, Sauren AA, & Huson A (1988). An experimental approach to evaluate the dynamic behavior of the human knee. *J Biomech Eng* **110**, 69-73.

Jardin C, Chantelot C, Migaud H, Gougeon F, Debroucker MJ, & Duquennoy A (1999). [Reliability of the KT-1000 arthrometer in measuring anterior laxity of the knee: comparative analysis with Telos of 48 reconstructions of the anterior cruciate ligament and intra- and interobserver reproducibility]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **85**, 698-707.

Jenkins DH (1985). Ligament induction by filamentous carbon fiber. *Clin Orthop Relat Res* 86-87.

Jensen NC, Riis J, Robertsen K, & Holm AR (1994). Arthroscopic repair of the ruptured meniscus: one to 6.3 years follow up. *Arthroscopy* **10**, 211-214.

Johnson DS, Ryan WG, & Smith RB (2004). Does the Lachman testing method affect the reliability of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Form? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **12**, 225-228.

Johnson DS, Smith RB. Outcome measurement in the ACL deficient knee. What's the score? *The Knee* 2001;8:51-7.

JONES KG (1963). RECONSTRUCTION OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT. A TECHNIQUE USING THE CENTRAL ONE-THIRD OF THE PATELLAR LIGAMENT. *J Bone Joint Surg Am* **45**, 925-932.

Kendall RW, Taylor DC, Salvian AJ, & O'Brien PJ (1993). The role of arteriography in assessing vascular injuries associated with dislocations of the knee. *J Trauma* **35**, 875-878.

Kocher MS, Steadman JR, Briggs K, Zurakowski D, Sterett WI, & Hawkins RJ (2002). Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* **84-A**, 1560-1572.

Kosinski M, Keller SD, Hatoum HT, Kong SX, & Ware JE, Jr. (1999). The SF-36 Health Survey as a generic outcome measure in clinical trials of patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis: tests of data quality, scaling assumptions and score reliability. *Med Care* **37**, MS10-MS22.

Laboureau JP & Marnat-Perrichet F (1996). [Isometric reconstruction of the anterior cruciate ligament. Determination of the femoral and tibial tunnels]. *Acta Orthop Belg* **62 Suppl 1**, 166-177.

Laboureau J (2001). Reconstruction of posterior cruciate ligament rupture and posterolateral instability with synthetic ligaments. *Ed Sc Méd Els SAS-Paris Surg Tech Orthop Traumatology* 55-540-C-20.

Laboureau J & Bercovy M (1993). Indications actuelles des ligaments artificiels. *3ème Congrès Européen de la Société d'Orthopédie et de Traumatologie de l'Est de la France - Strasbourg*.

Labs K & Paul B (1997). To compare and contrast the various evaluation scoring systems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg* **116**, 92-96.

Landreau P, Christel P, Djian P (2005). Pathologie ligamentaire du genou. *Ed Springer-Verlag, Paris, France*.

Lavoie P, Fletcher J, & Duval N (2000). Patient satisfaction needs as related to knee stability and objective findings after ACL reconstruction using the LARS artificial ligament. *Knee* **7**, 157-163.

Lee JK, Yao L, Phelps CT, Wirth CR, Czajka J, & Lozman J (1988). Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. *Radiology* **166**, 861-864.

Legnani C, Ventura A, Terzaghi C, Borgo E, & Albisetti W (2010). Anterior cruciate ligament reconstruction with synthetic grafts. A review of literature. *Int Orthop* **34**, 465-471.

Lemaire M (1985). Reinforcement of tendons and ligaments with carbon fibers. Four years, 1300 cases. *Clin Orthop Relat Res* 169-174.

Leplege A & Hunt S (1997). The problem of quality of life in medicine. *JAMA* **278**, 47-50.

Leplège A, Mesbah M, Marquis P (1995). Preliminary analysis of the psychometric properties of the French version of an international questionnaire measuring the quality of life: the MOS SF-36. *Rev Epidemiol Sante Publique*, **43**(4):371-379.

Lerat JL, Moyen B, Dupre LL, Mainetti E, Lalain JJ, & Brunet E (1988). [Measurement of anterior knee instability using dynamic radiography and the KT 1000 arthrometer]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **74 Suppl 2**, 194-197.

Lerat JL, Moyen B, Jenny JY, & Perrier JP (1993). A comparison of pre-operative evaluation of anterior knee laxity by dynamic X-rays and by the arthrometer KT 1000. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **1**, 54-59.

Lerat JL, Moyon B, Mandrino A, Besse JL, & Brunet-Guedj E (1997). [A prospective study of the outcome of anterior laxity of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction with procedures using two different patellar tendon grafting methods]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **83**, 217-228.

Lerat JL & Nordin Y (2007). [Controversies in knee surgery]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **93**, 167-176.

Levy BA, Krych AJ, Shah JP, Morgan JA, & Stuart MJ (2010). Staged protocol for initial management of the dislocated knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **18**, 1630-1637.

Li B, Wen Y, Wu H, Qian Q, Wu Y, & Lin X (2009). Arthroscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: retrospective review of hamstring tendon graft versus LARS artificial ligament. *Int Orthop* **33**, 991-996.

Liow RY, McNicholas MJ, Keating JF, & Nutton RW (2003). Ligament repair and reconstruction in traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* **85**, 845-851.

Liu ZT, Zhang XL, Jiang Y, Zeng BF (2010). Four-strand hamstring tendon autograft versus LARS artificial ligament for anterior cruciate ligament reconstruction. *International Orthopaedics* **34**, 45-49.

Lipscomb AB & Anderson AF (1990). Surgical reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. *Am J Knee Surg* **3**, 29-40.

Lobenhoffer P, Lattermann C, Krettek C, Blauth M, & Tscherne H (1996). [Rupture of the posterior cruciate ligament: status of current treatment]. *Unfallchirurg* **99**, 382-399.

Lysholm J & Gillquist J (1982). Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* **10**, 150-154.

Machotka Z, Scarborough I, Duncan W, Kumar S, & Perraton L (2010). Anterior cruciate ligament repair with LARS (ligament advanced reinforcement system): a systematic review. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* **2**, 29.

Macintosh DJ (1974). The anterior cruciate ligament: Over-the top repair. *J Bone Joint Surg Br* **56B**, 591.

Mae T, Shino K, Matsumoto N, Natsu-Ume T, Yoneda K, Yoshikawa H, & Yoneda M (2010). Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons with minimally required initial tension. *Arthroscopy* **26**, 1289-1295.

Maffulli N & King JB (1998). Anterior cruciate ligament injury. *Br J Sports Med* **32**, 266.

Magee DJ (1997). Orthopedic physical assessment., ed. W.B.Saunders Company, pp. 506-598.

Mannor DA, Shearn JT, Grood ES, Noyes FR, & Levy MS (2000). Two-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro analysis of graft placement and tension. *Am J Sports Med* **28**, 833-845.

Marcacci M, Zaffagnini S, Bonanzinga T, Pizzoli A, Manca M, Caiaffa E (2011). Surgical technique: articulated external fixator for treatment of complex knee dislocation. *Clin Orthop Relat Res*. Mar;470(3):869-76.

Margheritini F, Mancini L, Mauro CS, & Mariani PP (2003). Stress radiography for quantifying posterior cruciate ligament deficiency. *Arthroscopy* **19**, 706-711.

Margheritini F, Mauro CS, Rihn JA, Stabile KJ, Woo SL, & Harner CD (2004). Biomechanical comparison of tibial inlay versus transtibial techniques for posterior cruciate ligament reconstruction: analysis of knee kinematics and graft in situ forces. *Am J Sports Med* **32**, 587-593.

Markolf KL, Slauterbeck JR, Armstrong KL, Shapiro MS, & Finerman GA (1997). A biomechanical study of replacement of the posterior cruciate

ligament with a graft. Part II: Forces in the graft compared with forces in the intact ligament. *J Bone Joint Surg Am* **79**, 381-386.

Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL, & Reider B (1979). The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 97-106.

Marx RG, Jones EC, Allen AA, Altchek DW, O'Brien SJ, Rodeo SA, Williams RJ, Warren RF, & Wickiewicz TL (2001). Reliability, validity, and responsiveness of four knee outcome scales for athletic patients. *J Bone Joint Surg Am* **83-A**, 1459-1469.

Mascarenhas R & MacDonald PB (2008). Anterior cruciate ligament reconstruction: a look at prosthetics - past, present and possible future. *Mcgill J Med* **11**, 29-37.

Mayerson NH & Milano RA (1984). Goniometric measurement reliability in physical medicine. *Arch Phys Med Rehabil* **65**, 92-94.

McPherson GK, Mendenhall HV, Gibbons DF, Plenk H, Rottmann W, Sanford JB, Kennedy JC, & Roth JH (1985). Experimental mechanical and histologic evaluation of the Kennedy ligament augmentation device. *Clin Orthop Relat Res* 186-195.

Michaud Y & Nordin JY (2005). [Knee kinematics in flexion and extension using an electrogoniometric device: results in nine healthy subjects]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **91**, 44-50.

Miller MD & Olszewski AD (1995). Posterior cruciate ligament injuries. New treatment options. *Am J Knee Surg* **8**, 145-154.

Moyen BJ, Jenny JY, Mandrino AH, & Lerat JL (1992). Comparison of reconstruction of the anterior cruciate ligament with and without a Kennedy ligament-augmentation device. A randomized, prospective study. *J Bone Joint Surg Am* **74**, 1313-1319.

Murakami Y, Sumen Y, Ochi M, Fujimoto E, Deie M, & Ikuta Y (1999). Appearance of anterior cruciate ligament autografts in their tibial bone tunnels on oblique axial MRI. *Magn Reson Imaging* **17**, 679-687.

Nau T, Lavoie P, & Duval N (2002). A new generation of artificial ligaments in reconstruction of the anterior cruciate ligament. Two-year follow-up of a randomised trial. *J Bone Joint Surg Br* **84**, 356-360.

Nedeff DD & Bach BR, Jr. (2001). Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autografts: a comprehensive review of contemporary literature. *Am J Knee Surg* **14**, 243-258.

Noyes FR & Barber-Westin SD (1994). Posterior cruciate ligament allograft reconstruction with and without a ligament augmentation device. *Arthroscopy* **10**, 371-382.

Noyes FR & Barber-Westin SD (1997b). Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Use of early protected postoperative motion to decrease arthrofibrosis. *Am J Sports Med* **25**, 769-778.

Noyes FR & Barber-Westin SD (1997a). Arthroscopic-assisted allograft anterior cruciate ligament reconstruction in patients with symptomatic arthrosis. *Arthroscopy* **13**, 24-32.

Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, & Hefzy MS (1984). Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am* **66**, 344-352.

Noyes FR & Grood ES (1976). The strength of the anterior cruciate ligament in humans and Rhesus monkeys. *J Bone Joint Surg Am* **58**, 1074-1082.

Nyland J, Hester P, & Caborn DN (2002). Double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction with allograft tissue: 2-year postoperative outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **10**, 274-279.

O'DONOGHUE DH (1963). A METHOD FOR REPLACEMENT OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT OF THE KNEE. *J Bone Joint Surg Am* **45**, 905-924.

O'Neill DB (2001). Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A follow-up report. *J Bone Joint Surg Am* **83-A**, 1329-1332.

Ochi M, Iwasa J, Uchio Y, Adachi N, & Sumen Y (1999). The regeneration of sensory neurones in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* **81**, 902-906.

Odensten M, Lysholm J, & Gillquist J (1983). Long-term follow-up study of a distal iliotibial band transfer (DIT) for anterolateral knee instability. *Clin Orthop Relat Res* 129-135.

Ogata K & McCarthy JA (1992). Measurements of length and tension patterns during reconstruction of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* **20**, 351-355.

Ohkoshi Y, Nagasaki S, Shibata N, Yamamoto K, Hashimoto T, & Yamane S (2002). Two-stage reconstruction with autografts for knee dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 169-175.

Owens BD, Neault M, Benson E, & Busconi BD (2007). Primary repair of knee dislocations: results in 25 patients (28 knees) at a mean follow-up of four years. *J Orthop Trauma* **21**, 92-96.

Pap G, Machner A, Nebelung W, & Awiszus F (1999). Detailed analysis of proprioception in normal and ACL-deficient knees. *J Bone Joint Surg Br* **81**, 764-768.

Park JP, Grana WA, & Chitwood JS (1985). A high-strength Dacron augmentation for cruciate ligament reconstruction. A two-year canine study. *Clin Orthop Relat Res* 175-185.

Parsons JR, Bhayani S, Alexander H, & Weiss AB (1985). Carbon fiber debris within the synovial joint. A time-dependent mechanical and histologic study. *Clin Orthop Relat Res* 69-76.

Pavon-Djavid G, Gamble LJ, Ciobanu M, Gueguen V, Castner DG, & Migonney V (2007). Bioactive poly(ethylene terephthalate) fibers and fabrics:

grafting, chemical characterization, and biological assessment. *Biomacromolecules* **8**, 3317-3325.

Pérez GF & García MTF (1994). Escalas de valoración funcional en lesiones ligamentosas de rodilla. *Rehabilitación* **28**, 456-464.

Peskun CJ, Levy BA, Fanelli GC, Stannard JP, Stuart MJ, MacDonald PB, Marx RG, Boyd JL, & Whelan DB (2010). Diagnosis and management of knee dislocations. *Phys Sportsmed* **38**, 101-111.

Peskun CJ, Whelan DB (2011). Outcomes of operative and nonoperative treatment of multiligament knee injuries: an evidence-based review. *Sports Med Arthrosc.* Jun;19(2):167-73.

Poddevin N, Cronier B, Marois Y, Delagoutte JP, Mainard D, Jaeger JH, Belanger AY, King MW, & Guidoin R (1995). [Macroscopic, histologic and ultrastructural study of 89 prostheses of anterior cruciate ligament excised because of prosthesis failure]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* **81**, 410-418.

Pugh L, Mascarenhas R, Arneja S, Chin PY, & Leith JM (2009). Current concepts in instrumented knee-laxity testing. *Am J Sports Med* **37**, 199-210.

Race A & Amis AA (1994). The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. *J Biomech* **27**, 13-24.

Race A & Amis AA (1996). Loading of the two bundles of the posterior cruciate ligament: an analysis of bundle function in a-P drawer. *J Biomech* **29**, 873-879.

Race A & Amis AA (1998). PCL reconstruction. In vitro biomechanical comparison of 'isometric' versus single and double-bundled 'anatomic' grafts. *J Bone Joint Surg Br* **80**, 173-179.

Reuben JD, Rovick JS, Schrage RJ, Walker PS, & Boland AL (1989). Three-dimensional dynamic motion analysis of the anterior cruciate ligament deficient knee joint. *Am J Sports Med* **17**, 463-471.

Rheault W, Miller M, Nothnagel P, Straessle J, & Urban D (1988). Intertester reliability and concurrent validity of fluid-based and universal goniometers for active knee flexion. *Phys Ther* **68**, 1676-1678.

Richter M, Bosch U, Wippermann B, Hofmann A, & Krettek C (2002). Comparison of surgical repair or reconstruction of the cruciate ligaments versus nonsurgical treatment in patients with traumatic knee dislocations. *Am J Sports Med* **30**, 718-727.

Ríos A, Villa A, Fahandezh H, de José C, Vaquero J (2003).. Results after treatment of traumatic knee dislocations: a report of 26 cases. *J Trauma*. Sep;55(3):489-94

Risberg MA, Holm I, Steen H, & Beynnon BD (1999). Sensitivity to changes over time for the IKDC form, the Lysholm score, and the Cincinnati knee score. A prospective study of 120 ACL reconstructed patients with a 2-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **7**, 152-159.

Robertson A, Nutton RW, & Keating JF (2006). Dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br* **88**, 706-711.

Rowe PJ, Myles CM, Walker C, & Nutton R (2000). Knee joint kinematics in gait and other functional activities measured using flexible electrogoniometry: how much knee motion is sufficient for normal daily life? *Gait Posture* **12**, 143-155.

Royer A & Ceconello R (2004). Bilans articulaires cliniques et goniométriques. Généralités. *EMC - Podologie-Kinésithérapie* **1**, 82-91.

Schenck RC, Jr. (1994). The dislocated knee. *Instr Course Lect* **43**, 127-136.

Seitz H, Marlovits S, Schwendenwein I, Muller E, & Vecsei V (1998). Biocompatibility of polyethylene terephthalate (Trevira hochfest) augmentation device in repair of the anterior cruciate ligament. *Biomaterials* **19**, 189-196.

Sercovam (1997). Société d'Études et de Recherches sur le Comportement et Vieillessement Accéléré des Matériaux. Étude comparative du comportement en

fatigue des ligaments artificiels de genoux selon leur structure. *Sercovan BP11 France*.

Sernert N, Kartus J, Kohler K, Ejerhed L, & Karlsson J (2001). Evaluation of the reproducibility of the KT-1000 arthrometer. *Scand J Med Sci Sports* **11**, 120-125.

Sernert N, Kartus J, Kohler K, Stener S, Larsson J, Eriksson BI, & Karlsson J (1999). Analysis of subjective, objective and functional examination tests after anterior cruciate ligament reconstruction. A follow-up of 527 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **7**, 160-165.

Shapiro ET, Richmond JC, Rockett SE, McGrath MM, & Donaldson WR (1996). The use of a generic, patient-based health assessment (SF-36) for evaluation of patients with anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* **24**, 196-200.

Shapiro MS & Freedman EL (1995). Allograft reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after traumatic knee dislocation. *Am J Sports Med* **23**, 580-587.

Shaw T, Chipchase LS, & Willians MT (2004). A users guide to outcome measurement following ACL reconstruction. *Physical Therapy in Sport* **5**, 57-67.

Shelbourne KD & Carr DR (2003). Combined anterior and posterior cruciate and medial collateral ligament injury: nonsurgical and delayed surgical treatment. *Instr Course Lect* **52**, 413-418.

Shelbourne KD, Haro MS, & Gray T (2007). Knee dislocation with lateral side injury: results of an en masse surgical repair technique of the lateral side. *Am J Sports Med* **35**, 1105-1116.

Shelbourne KD, Jennings RW, & Vahey TN (1999). Magnetic resonance imaging of posterior cruciate ligament injuries: assessment of healing. *Am J Knee Surg* **12**, 209-213.

Shelbourne KD & Klootwyk TE (2000). Low-velocity knee dislocation with sports injuries. Treatment principles. *Clin Sports Med* **19**, 443-456.

Shen G, Xu Y, Dong Q, Zhou H, & Yu C (2010). Arthroscopic Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Using LARS Artificial Ligament: A Retrospective Study. *J Surg Res*.

Sidles JA, Larson RV, Garbini JL, Downey DJ, & Matsen FA, III (1988). Ligament length relationships in the moving knee. *J Orthop Res* **6**, 593-610.

Silver FH, Tria AJ, Zawadsky JP, & Dunn MG (1991). Anterior cruciate ligament replacement: a review. *J Long Term Eff Med Implants* **1**, 135-154.

Skyhar MJ, Warren RF, Ortiz GJ, Schwartz E, & Otis JC (1993). The effects of sectioning of the posterior cruciate ligament and the posterolateral complex on the articular contact pressures within the knee. *J Bone Joint Surg Am* **75**, 694-699.

Stannard JP, Sheils TM, McGwin G, Volgas DA, Alonso JE (2003). Use of a hinged external knee fixator after surgery for knee dislocation. *Arthroscopy*, **19**(6):626-31.

Staubli HU, Noesberger B, & Jakob RP (1992). Stressradiography of the knee. Cruciate ligament function studied in 138 patients. *Acta Orthop Scand Suppl* **249**, 1-27.

Strum GM & Larson RL (1985). Clinical experience and early results of carbon fiber augmentation of anterior cruciate reconstruction of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 124-138.

Talbot M, Berry G, Fernandes J, & Ranger P (2004). Knee dislocations: experience at the Hopital du Sacre-Coeur de Montreal. *Can J Surg* **47**, 20-24.

Tegner Y & Lysholm J (1985). Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res* 43-49.

Tibor L, Long J, Schilling P, Lilly R, Carpenter J, & Miller B (2010). Clinical Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-Analysis of Autograft Versus Allograft Tissue. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* **2**, 56-72.

Trieb K, Blahovec H, Brand G, Sabeti M, Dominkus M, & Kotz R (2004). In vivo and in vitro cellular ingrowth into a new generation of artificial ligaments. *Eur Surg Res* **36**, 148-151.

Tzurbakis M, Diamantopoulos A, Xenakis T, & Georgoulis A (2006). Surgical treatment of multiple knee ligament injuries in 44 patients: 2-8 years follow-up results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **14**, 739-749.

URDC (1992). Unité de Recherche et Développement en Cytoculture. Évaluation de la biocompatibilité de ligaments prothétiques vis-à-vis de fibroblastes humains. *URDC France*.

Vaatainen U, Kiviranta I, Jaroma H, & Airaksinen O (1994). Lateral release in chondromalacia patellae using clinical, radiologic, electromyographic, and muscle force testing evaluation. *Arch Phys Med Rehabil* **75**, 1127-1131.

Van Dommelen BA & Fowler PJ (1989). Anatomy of the posterior cruciate ligament. A review. *Am J Sports Med* **17**, 24-29.

Varnell RM, Coldwell DM, Sangeorzan BJ, & Johansen KH (1989). Arterial injury complicating knee disruption. Third place winner: Conrad Jobst award. *Am Surg* **55**, 699-704.

Versier G, Neyret PH, Rongièras F, Bures C, & Selmi T (2006). La luxation du genou. *Académie Nationale de Chirurgie* **5**, 01-09.

Viidik A (1996). Tendons and Ligaments. In *Extracellular Matrix*, eds. W.D.Comper & Harwood Academic, pp. 303-327. Melbourne.

Wang CJ, Chan YS, Weng LH, Yuan LJ, & Chen HS (2004a). Comparison of autogenous and allogeneous posterior cruciate ligament reconstructions of the knee. *Injury* **35**, 1279-1285.

Wang CJ, Weng LH, Hsu CC, & Chan YS (2004b). Arthroscopic single- versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstructions using hamstring autograft. *Injury* **35**, 1293-1299.

Ware JE, Jr. (2000). SF-36 health survey update. *Spine (Phila Pa 1976)* **25**, 3130-3139.

Ware JE (1997). SF-36 Health Survey. Manual and Interpretation Guide. Boston, The Health Institute, New England Medical Center.

Ware JE, Jr. & Sherbourne CD (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* **30**, 473-483.

Wascher DC, Becker JR, Dexter JG, & Blevins FT (1999). Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Results using fresh-frozen nonirradiated allografts. *Am J Sports Med* **27**, 189-196.

Wascher DC, Dvirnak PC, & DeCoster TA (1997). Knee dislocation: initial assessment and implications for treatment. *J Orthop Trauma* **11**, 525-529.

Watkins MA, Riddle DL, Lamb RL, & Personius WJ (1991). Reliability of goniometric measurements and visual estimates of knee range of motion obtained in a clinical setting. *Phys Ther* **71**, 90-96.

Weiss AB, Blazina ME, Goldstein AR, & Alexander H (1985). Ligament replacement with an absorbable copolymer carbon fiber scaffold--early clinical experience. *Clin Orthop Relat Res* 77-85.

Wirth CJ & Jager M (1984). Dynamic double tendon replacement of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* **12**, 39-43.

Wong CH, Tan JL, Chang HC, Khin LW, & Low CO (2004). Knee dislocations-a retrospective study comparing operative versus closed immobilization treatment outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **12**, 540-544.

Yahia LH (1996). Ligaments and Ligamentoplasties. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* 303-342.

Yeh WL, Tu YK, Su JY, & Hsu RW (1999). Knee dislocation: treatment of high-velocity knee dislocation. *J Trauma* **46**, 693-701.

Zhao J, Huangfu X, He Y, Yang X, & Zhu Y (2008). Simultaneous double-bundle anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament reconstruction with autogenous hamstring tendons. *Arthroscopy* **24**, 1205-1213.

Annexe A

Comité d'éthique



APPROBATION D'UN PROJET DE RECHERCHE

TITRE: Évaluation rétrospective de la reconstruction du ligament croisé antérieur et postérieur à l'aide des ligaments artificiels du type LARS post luxations aiguës du genou

- Protocole, version 1, en date du 19 mars 2008, version 2, en date du 19 mars 2008 et version 3, en date du 3 avril 2008
- Formulaire d'information et de consentement
- Échelle Lysholm.
- Questionnaire SF-36, Health Survey

LIEU: Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, 5400 boul. Gouin Ouest, Montréal (Québec) H4J 1C5

CHERCHEUR(S): Pierre Ranger, M.D., Julio Fernandes, Eros De Oliveira Junior, Pht, M.Sc., Philippe Dahan, M.D., Gregory Berry, M.D., Maxime Talbot, M.D.

PROVENANCE DES FONDS: Fonds de recherche en orthopédie de HSCM

PROBLÉMATIQUE et OBJECTIF DE L'ÉTUDE: Les déchirures des ligaments du genou lors des luxations du genou sont des blessures extrêmement complexes qui nécessitent une attention particulière. Bien que plusieurs techniques de reconstruction existent, il n'y a aucun consensus sur le traitement dans la communauté orthopédique. Cette étude permettra d'évaluer la qualité de vie, la stabilité ainsi que l'état fonctionnel du genou opérés avec le ligament artificiel du type LARS dans les reconstructions du ligament croisé antérieur et ligament croisé postérieur comme traitement des luxations aiguës du genou.

TYPE DE RECHERCHE: Recherche rétrospective, Recherche sur les habitudes de vie

ADMISSIBILITÉ DES SUJETS: Sujets âgés de 18 ans et plus.
Sujets qui se sont présentés soit à l'urgence, soit à la clinique externe d'orthopédie de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal avec une luxation aiguë du genou nécessitant un traitement chirurgical et qui ont choisi la reconstruction du LCA et LCP avec le LARS.
Toutes luxations aiguës de 3 semaines ou moins.

CONSÉQUENCES ÉTHIQUES: Liberté de participer : oui Consentement éclairé : oui
Confidentialité : oui Liberté d'en sortir sans contrainte : oui

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT:

Requis : oui (version approuvée : 3 avril 2008)
Approuvé : oui Le 7 avril 2008

COMITÉ D'ÉTHIQUE: No de code : C.E. 2008-03-116

DATE DE L'ÉTUDE PAR LE COMITÉ: 25 mars 2008 (séance plénière)

MEMBRES DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE ET DE L'ÉVALUATION DES TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ

AVIS FAVORABLE:

Étaient présents :

Dre Chantal Lambert, scientifique non médecin, présidente
Mme Marie-France Thibaudeau, scientifique non médecin, vice-présidente
M. Guy Beauregard, personne spécialisée en éthique
Me Chantal Roy, juriste
Mme Henriette Bourassa, membre non affilié représentant la collectivité
Mme Isabelle Larouche, scientifique non médecin
Dre Jadranka Spahija, scientifique non médecin
Dr Axel Tosikyan, scientifique médecin
Dr Colin Verdant, scientifique médecin

Était absent :

Dr Marcel Boulanger, membre non affilié représentant la collectivité



N.B.: Le Comité d'éthique de la recherche de l'HSCM poursuit ses activités en accord avec *Les bonnes pratiques cliniques (Santé Canada)* et tous les règlements applicables
Cette approbation est valable pour une période d'un an seulement. Une demande de renouvellement doit être faite après cette période.

Annexe B

Formulaire d'information et de consentement



Formulaire d'information et de consentement

Évaluation prospective de la reconstruction du ligament croisé antérieur et postérieur à l'aide des ligaments artificiels du type LARS post luxations aiguës du genou

Équipe de recherche

Chercheur principal :

Pierre Ranger, M.D., M.Sc., F.R.C.S., département d'orthopédie, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. (514) 338-2222 poste 2050

Cochercheurs :

Julio Fernandes, M.D., M.Sc., F.R.C.S., département d'orthopédie, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. (514) 338-2222 poste 2050

Eros De Oliveira Junior, Pht, M.Sc., étudiant doctorant, Université de Montréal.
Directeur de Recherche : Julio Fernandes.

Philippe Dahan, M.D., département d'orthopédie Cité de la Santé, Laval.

Gregory Berry, M.D., F.R.C.S., département d'orthopédie McGill University Center.

Maxime Talbot, M.D., département d'orthopédie de l'Armée Canadienne.

Coordonnatrices :

Marie-France Poirier, infirmière de recherche, CCRP, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. (514) 338-2222 poste 3465

Sylvie Samson, agent administratif, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal.

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008 Initiales du sujet _____ Date _____

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 1 sur 8



HÔPITAL DU SACRÉ-COEUR
DE MONTRÉAL

INFORMATION

On vous demande par la présente, de participer à une étude portant sur le traitement des luxations aiguës de genou. Il est important de bien lire et comprendre le présent formulaire de consentement pour la recherche à laquelle nous vous demandons de participer. Prenez tout le temps nécessaire pour prendre votre décision. Vous pouvez consulter vos proches et vos amis avant de prendre votre décision. N'hésitez pas à poser vos questions en tout temps.

Nature et objectif de l'étude

Dans le passé, vous avez été opéré (à l'Hôpital du Sacré-Cœur) pour une déchirure des ligaments d'un genou. Dans le but de nous assurer du bon fonctionnement du genou et votre état de santé, nous proposons un étude prospective descriptive du traitement chirurgical des sujets qui ont subi une reconstruction ligamentaire du ligament croisé antérieur (LCA) et du ligament croisé postérieur (LCP) avec le ligament artificiel du type LARS post luxation aiguë du genou entre 1996 et 2007 à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Les sujets seront soumis à l'évaluation du genou opéré avec LARS, lequel sera comparé au genou sain. Environ 85 sujets participeront à l'étude.

Le traitement de la luxation du genou consiste en partie en une réparation de plusieurs structures dont les ligaments croisés antérieurs et les ligaments croisés postérieurs. Pour ce faire, on peut utiliser différents matériaux naturels (tendons, ligaments) ou synthétiques (ligament type LARS) pour réparer ou remplacer les ligaments rupturés. Le but de cette étude est d'évaluer si l'utilisation de ligaments artificiels de type LARS donne de bons résultats en

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008 Initiales du sujet _____ Date _____

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 2 sur 8



terme de stabilité, durabilité et d'état fonctionnel du genou opéré, ainsi qu'en terme de qualité de vie et de satisfaction du sujet.

Définition : le LCA et le LCP sont deux des ligaments les plus importants du genou, ils apportent une stabilité importante entre le fémur et le tibia, les deux principaux os de la jambe. D'autres ligaments peuvent aussi être endommagés lors d'une luxation et doivent être réparés également.

Déroulement de l'étude et méthodes utilisées

Dans le cadre de ce projet, vous êtes invité à vous présenter au site de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal pour participer à une séance d'évaluation d'une durée maximale de 3 heures. Lors de la visite, vous aurez à remplir deux questionnaires à choix multiples concernant l'état fonctionnel de votre genou et la qualité de vie suite à votre chirurgie, à savoir la capacité à la marche, à monter et descendre les escaliers, les limitations dans vos activités physiques et la douleur. Par la suite, le médecin examinera vos genoux et vous aurez également à passer un examen radiographique du nom de TELOS.

Définition du TELOS : Il s'agit d'une radiographie dynamique du genou qui utilise les rayons X à une dose comparable à des rayons X standards, soit approximativement 0.04 mSv (milliSievert). Cette radiographie est prise une fois que le genou est placé dans un appareil qui effectue à tour de rôle une poussée de la face postérieure et supérieure de la jambe pour tester le ligament croisé antérieur et une poussée de la face antérieure et supérieure pour tester le ligament croisé postérieur. Cette radiographie nous permet d'évaluer le déplacement de la jambe par rapport à la cuisse. Cet examen ne comporte aucune injection, aucune médication et aucune prise de sang.

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008 **Initiales du sujet** _____ **Date** _____

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 3 sur 8



HÔPITAL DU SACRÉ-COEUR
DE MONTRÉAL

Risques, effets secondaires et désagréments

Le temps que vous devrez consacrer pour vous rendre à l'Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal et participer à la séance d'évaluation peut constituer un inconvénient personnel à participer à cette étude. Des pauses lors de la séance d'évaluation seront accordées aussi souvent que vous en sentirez le besoin. Par ailleurs, la sensation provoquée lors de l'examen radiographique TELOS est parfois inconfortable mais non-douloureuse. Il est entendu que votre participation à l'étude ne vous fait courir, sur le plan médical, aucun risque, sauf l'exposition à une faible dose de radiations.

Bénéfices et avantages personnels pouvant découler de votre participation

Ce projet ne vous apportera aucun avantage ou bienfait médical direct, à l'exception d'un bilan de l'état de votre genou opéré. Cependant, les résultats de cette étude pourront être vulgarisés dans le milieu scientifique afin de contribuer à l'avancement de la science et plus spécifiquement dans le domaine de la reconstruction du ligament croisé antérieur et postérieur post luxations aiguës du genou. De plus, les résultats pourront servir pour d'autres patients dans l'avenir.

Versement d'une compensation financière

Il n'y a aucune compensation financière pour votre participation à cette étude. Toutefois, vos frais de stationnement vous seront remboursés.

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008

Initiales du sujet _____ Date _____

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 4 sur 8



Confidentialité

Tous les renseignements personnels recueillis à votre sujet au cours de cette étude demeureront strictement confidentiels, dans les limites prévues par la loi, et vous ne serez identifié que par un code afin de préserver votre identité. Aucune publication ou communication scientifique résultant de cette étude ne renfermera quoi que ce soit qui puisse permettre de vous identifier. Toutes les données seront conservées sous clé au laboratoire de recherche par le responsable de l'étude au moins 25 ans.

Accès à votre dossier médical

Vous acceptez que les personnes responsables de ce projet aient accès à votre dossier médical à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal afin d'y recueillir les informations essentielles à la réalisation du projet. À des fins de contrôle du projet de recherche, votre dossier pourra être consulté par des organismes gouvernementaux de santé autorisés, tels que Santé Canada et la direction générale des produits de santé et des aliments du Canada et une personne mandatée par le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Tous ces organismes adhèrent à une politique de stricte confidentialité.

Autorisation d'utiliser les résultats de manière confidentielle

Vous acceptez que l'information recueillie puisse être utilisée pour fins de communication scientifique, professionnelle et d'enseignement. Il est entendu que votre vie privée sera respectée lors de toute communication de résultats.

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008 Initiales du sujet _____ Date _____

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 5 sur 8



Indemnisation en cas de préjudice

Si vous deviez subir quelque préjudice que ce soit par suite de l'administration des procédures reliées à l'étude, vous recevrez tous les soins médicaux nécessaires, sans frais de votre part. Toutefois, ceci ne vous empêche nullement d'exercer un recours légal en cas de faute reprochée à toute personne impliquée dans l'étude.

En acceptant de participer à cette étude, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs et l'établissement de leurs responsabilités légales et professionnelles.

Participation volontaire et retrait de votre participation à l'étude

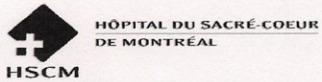
Votre participation à cette étude est sur une base libre et volontaire. Si vous décidez de participer, vous devrez signer ce formulaire afin de confirmer que vous consentez à participer à l'étude. Il est également entendu que vous pourrez, à tout moment, mettre un terme à votre participation à ce projet en avisant un des chercheurs ou les coordonnatrices sans avoir à donner de raison. Votre participation ou votre désistement à ce projet n'aura aucun effet sur les soins et les services de santé que vous recevez ou recevrez à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal.

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008 Initiales du sujet _____ Date _____

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 6 sur 8



Personnes à contacter

Si vous avez des questions à poser au sujet de cette étude ou sur votre participation à l'étude vous pouvez communiquer avec :

- **La coordonnatrice de recherche à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal Mme Marie-France Poirier au (514) 338-2222, poste 3465.**
- **Le responsable médical, Dr. Pierre Ranger, au (514) 338-2222, poste 2050.**

Si vous avez des questions à poser concernant vos droits en tant que sujet de recherche ou si vous avez des plaintes ou commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec la **Direction générale de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal au (514) 338-2222, poste 3581.**

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008 Initiales du sujet _____ Date _____

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 7 sur 8



HÔPITAL DU SACRÉ-COEUR
DE MONTRÉAL

CONSENTEMENT

Évaluation prospective de la reconstruction du ligament croisé antérieur et postérieur à l'aide des ligaments artificiels du type LARS post luxations aiguës du genou

« La nature de l'étude, les procédés à utiliser, les risques et les bénéfices que comporte ma participation à cette étude ainsi que le caractère confidentiel des informations qui seront recueillies au cours de l'étude m'ont été expliqués.

J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et on y a répondu à ma satisfaction.

Je reconnais qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision.

J'accepte volontairement de participer à cette étude. Je demeure libre de m'en retirer en tout temps sans que cela ne nuise aux relations avec mon médecin et les autres intervenants et sans préjudice d'aucune sorte.

J'ai lu et je recevrai une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement ».

Nom du sujet (lettres moulées)

Signature

Date

Formule d'engagement du chercheur ou son représentant :

Je certifie a) avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire de consentement ; b) avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard ; c) lui avoir clairement indiqué qu'il reste à tout moment libre de mettre un terme à sa participation dans le projet ; et d) que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire.

Nom du chercheur ou
son représentant (lettres moulées)

Signature

Date

Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

Version # 03 du 03-04-2008

Approuvée par le comité d'éthique de la recherche

Page 8 sur 8

Annexe C

Formulaire d'évaluation clinique

EXAMEN CLINIQUE DU GENOU

SUJET: _____ DATE DE L'EXAMEN: _____

DONNÉES SOCIODÉMOGRAPHIQUES

AGE : _____ GRANDEUR : _____ POIDS : _____

SEXE : M(_____) F(_____)

GENOU : DROIT (____) GAUCHE (____)

MÉCANISME DE TRAUMA : HAUTE VÉLOCITÉ : (____)

BASSE VÉLOCITÉ : (____)

DATE DU TRAUMA : _____

DATE DE LA CHIRURGIE : _____

CHIRURGIE(S) ADDITIONNELLE(S) :

COMMENTAIRES:

EXAMEN CLINIQUE

ROM*	FLEXION : droit (_____) EXTENSION : droit (_____) FLEXION : gauche (_____) EXTENSION : gauche (_____)
GONFLEMENT	FLOT : + () - () GLAÇON + () - ()
QUADRICEPS	(15 CM AU DESSUS DE LA ROTULE) DROIT (_____) CM GAUCHE (_____) CM
LAXITÉ VARUS	À 0° : GRADE 1 (_____) GRADE 2 (_____) GRADE 3 (_____) À 30° : GRADE 1 (_____) GRADE 2 (_____) GRADE 3 (_____)
LAXITÉ VALGUS	À 0° : GRADE 1 (_____) GRADE 2 (_____) GRADE 3 (_____) À 30° : GRADE 1 (_____) GRADE 2 (_____) GRADE 3 (_____)
ACL	LACHMAN 1 (_____) 2 (_____) 3 (_____) TIROIR ANTÉRIEUR 1 (_____) 2 (_____) 3 (_____)
PCL	TIROIR POSTÉRIEUR 1 (_____) 2 (_____) 3 (_____) STEP OFF SIGN < 10 MIN > 10 MIN
PIVOT SHIFT	1 (_____) 2 (_____) 3 (_____)
FLEXION ROTATION EXTERNE	30° + (_____) - (_____) 90° + (_____) - (_____)
VARUS RECURVATUM °	(_____)
NEUROLOGIE SPE	DORSIFLEXION PIED ET CHEVILLE + (_____) - (_____) SENSIBILITÉ WEB + (_____) - (_____)

Annexe D

Questionnaire Lysholm


 HÔPITAL DU SACRÉ-COEUR
DE MONTRÉAL

ÉCHELLE DE LYSHOLM POUR L'ÉVALUATION DU GENOU

Nom du patient _____

Date _____ Numéro _____

Boiterie		
Aucune	5	
Légère ou occasionnelle	3	
Sévère et constante	0	
Support		
Aucun	5	
Canne ou béquilles	2	
Impossible de faire de mise en charge	0	
Blocages		
Pas blocage ni sensation d'accrochage	15	
Sensation d'accrochage mais pas de blocage	10	
Blocage occasionnel	6	
Blocage fréquent	2	
Genou bloqué à l'évaluation	0	
Instabilité		
Aucune dérobade	25	
Rarement lors activités athlétiques ou exercices intenses	20	
Souvent lors d'activités athlétiques ou d'exercices intenses (ou incapable d'y participer)	15	
Occasionnellement lors des activités quotidiennes	10	
Souvent lors des activités quotidiennes	5	
A tous les pas	0	
Douleur		
Aucune	25	
Inconstante et légère lors d'exercices intenses	20	
Importante lors d'exercices intenses	15	
Importante durant ou après avoir marché >2 km	10	
Importante durant ou après avoir marché < 2 km	5	
Constante	0	
Œdème		
Aucun	10	
Lors d'exercices intenses	6	
Lors d'exercices ordinaires	2	
Constant	0	
Monter les escaliers		
Aucun problème	10	
Légèrement limité	6	
Une marche à la fois	2	
Impossible	0	
S'accroupir en petit bonhomme		
Aucun problème	5	
Légèrement limité	4	
Impossible plus que 90°	2	
Impossible	0	
TOTAL		

Annexe E

Questionnaire IKDC 2000



LARS #: ____/____/____

Initiales du Sujet: ____/____/____

IKDC Évaluation subjective du genou**Symptômes* :**

* Indiquez le niveau d'activité le plus élevé que vous pensez pouvoir fonctionner sans symptômes significatifs, même si vous ne les performez pas à ce niveau

1. Quel est le niveau d'activité le plus élevé pensez-vous pouvoir effectuer sans douleur au genou significative?

- 4 Activités très exigeantes; sauter ou pivoter comme au Basketball ou Soccer
- 3 Activités assez exigeantes; travail physique lourd, ski ou Tennis
- 2 Activités modérées; travail physique modéré, course ou jogging
- 1 Activités légères; marche, tâches domestiques ou de jardin
- 0 Incapable d'effectuer les activités mentionnées à cause de la douleur au genou

2. Pendant les 4 dernières semaines, ou depuis votre blessure, combien de fois avez-vous ressenti de la douleur?

Jamais Constamment

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

3. Si vous avez ressenti de la douleur, quelle en était l'intensité?

Aucune Pire imaginable

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

4. Pendant les 4 dernières semaines, ou depuis votre blessure, comment était l'enflure ou l'ankylose de votre genou?

4 Pas du tout 3 Un peu 2 Modérée 1 Beaucoup 0 Extrêmement

Adaptation et mise en page Marie-France Poirier

Date de la visite : ____/____/____
Jj mm aaaa

9 février 2010

Page 6 sur 8

Annexe F

Questionnaire Short-Form 36 (SF-36)



LARS #: ____/____/____

Initiales du Sujet: ____/____/____

SF-36 Fiche de Santé**1. En général, diriez-vous que votre santé est:**

- Excellente
 Très bonne
 Bonne
 Passable
 Mauvaise

2. Par comparaison à l'an dernier, comment évaluez-vous, maintenant, votre santé générale?

- Bien meilleure que l'an dernier
 Un peu meilleure que l'an dernier
 À peu près la même que l'an dernier
 Un peu moins bonne maintenant que l'an dernier
 Bien moins bonne maintenant que l'an dernier

Les questions suivantes portent sur les activités que vous pourriez avoir à faire au cours d'une journée normale. Votre état de santé actuel vous limite-t-il dans ces activités ? Si oui, dans quelle mesure ?

	Mon état de santé me limite beaucoup	Mon état de santé me limite un peu	Mon état de santé me limite pas du tout
3. Dans les activités exigeant un effort physique important comme courir, soulever des objets lourds, pratiquer des sports violents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Dans les activités modérées comme déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux quilles ou au golf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Pour soulever ou transporter des sacs d'épicerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Pour monter plusieurs étages à pied	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Pour monter un seul étage à pied	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Pour me pencher, me mettre à genoux ou m'accroupir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Pour faire plus d'un kilomètre à pied	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Pour faire plusieurs coins de rue à pied	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Pour marcher d'un coin de rue à l'autre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Pour prendre un bain ou m'habiller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Adaptation et mise en page Marie-France Poirier

Date de la visite : ____/____/____
Jj mm aaaa



HSCM

LARS #: ____/____/____

Initiales du Sujet: ____/____/____

Au cours des quatre dernières semaines, avez-vous eu l'une ou l'autre des difficultés suivantes au travail ou dans vos autres activités quotidiennes à cause de votre état de santé physique ?

13. Avez-vous dû consacrer moins de temps à votre travail ou à d'autres activités ? Oui Non
14. Avez-vous accompli moins de choses que vous l'auriez voulu ? Oui Non
15. Avez-vous été limité(e) dans la nature de vos tâches ou de vos autres activités ? Oui Non
16. Avez-vous eu de la difficulté à accomplir votre travail ou vos autres activités (par exemple vous-a-t-il fallu fournir un effort supplémentaire) ? Oui Non

Au cours des quatre dernières semaines, avez-vous eu l'une ou l'autre des difficultés suivantes au Travail ou dans vos autres activités quotidiennes à cause de l'état votre moral (comme le fait de vous sentir déprimé (e) ou anxieux (se) ?

17. Avez-vous dû consacrer moins de temps à votre travail ou à d'autres activités ? Oui Non
18. Avez-vous accompli moins de choses que vous l'auriez voulu ? Oui Non
19. Avez-vous fait votre travail ou vos autres activités avec moins de soins qu'à l'habitude ? Oui Non

20. Au cours des quatre dernières semaines, dans quelle mesure votre état physique ou moral a-t-il nuï à vos activités sociales habituelles (famille, amis, voisins ou autres groupes) ?

- Pas du tout Un peu Moyennement Beaucoup Énormément

21. Au cours des quatre dernières semaines, avez-vous éprouvé des douleurs physiques ?

- Aucune douleur Douleurs très légères Douleurs légères
- Douleurs moyennes Douleurs intenses Douleurs très intenses

22. Au cours des quatre dernières semaines, dans quelle mesure la douleur a-t-elle nuï à vos activités habituelles (au travail comme à la maison)

- Pas du tout Un peu Moyennement Beaucoup Énormément

Adaptation et mise en page Marie-France Poirier

Date de la visite : ____/____/____
Jj mm aaaa



LARS #: ____/____/____

Initiales du Sujet: ____/____/____

Ces questions portent sur les quatre dernières semaines. Pour chacune des questions suivantes, donnez la réponse qui s'approche le plus de la façon dont vous vous êtes senti(e).

	Tout le temps	La plupart du temps	Souvent	Quelque fois	Rarement	Jamais
23. Vous êtes-vous senti(e) plein(e) d'entrain (de pep)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Avez-vous été très nerveux (se)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Vous êtes-vous senti (e) si déprimé (e) que rien ne pouvait vous remonter le moral ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Vous êtes-vous senti (e) calme et serein(e)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Avez-vous eu beaucoup d'énergie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Vous êtes-vous senti(e) triste et abattu(e) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Vous êtes-vous sentie épuisée et vidé(e) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Vous êtes-vous senti(e) heureux (se)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Vous êtes-vous senti(e) fatigué(e)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

32. Au cours des quatre dernières semaines, combine de fois votre état physique ou moral a-t-il nui à vos activités sociales (comme visiter des amis, des parents, etc.) ?

Tout le temps La plupart du temps Quelquefois Rarement Jamais

Dans quelle mesure chacun des énoncés suivants est-il VRAI ou FAUX dans votre cas?

	Tout à fait VRAI	Plutôt VRAI	Ne sais pas	Plutôt FAUX	Tout à FAUX
33. Il me semble que je tombe malade un peu plus facilement que les autres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Je suis en aussi bonne santé que les gens que je connais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Je m'attends à ce que ma santé se détériore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. Ma santé est excellente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Adaptation et mise en page Marie-France Poirier

Date de la visite : ____/____/____
Jj mm aaaa

Annexe G

Questionnaire d'activité Tegner

Tegner knee scoring scale

NOM DU PATIENT _____ DATE DE LA VISITE ____/____/____
Évaluation des capacités physiques (prendre le meilleur résultat)

10	Sports compétitifs Soccer – élite nationale ou internationale	9	Sports compétitifs Soccer – non élite Hockey Lutte Gymnastique
8	Sports compétitifs Crosse Squash ou badminton Athlétisme (saut, etc.) Ski alpin	7	Sports compétitifs Tennis Athlétisme (course) Motocross, courses Sports récréatifs Soccer Crosse et hockey Squash Handball Basketball Course "cross country" Athlétisme (saut) Course "cross-country"
6	Sports récréatifs Tennis et badminton Handball Basketball Ski alpin Jogging, 5 fois par semaine	5	Sports compétitifs Cyclisme Ski de fond Sports récréatifs Jogging sur terrain inégal ≥ 2 fois par semaine Travail Physiquement exigeant (ex : construction, foresterie)
4	Sports récréatifs Cyclisme Ski de fond Jogging sur terrain égal ≥ 2 fois par semaine Travail Modérément physique (ex : camionneur, travaux domestiques lourds)	3	Sports compétitifs et récréatifs Natation Marche en forêt possible Travail léger (ex : nursing)
2	Peut marcher sur terrain inégal mais impossible de marcher en forêt Travail Léger	1	Peut marcher sur terrain plat Travail sédentaire
0	En invalidité ou en maladie à cause des problèmes de genoux		

Tegner Y, Lysholm J: Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clin Orthop 198; 43-49, 1985

Annexe H

Score fonctionnelle de Meyers

Initiales du sujet: _____
Numéro du sujet: _____
Date de l'examen: _____

SCORE MEYERS

Score	Activité
Excellent	-Retour au travail -Retour aux activités normales
Bon	- Retour au travail avec douleurs au genou - Retour aux activités normales avec douleurs légères -Douleur et instabilité incommode seulement
Moyen	-Peut performer toute les activités quotidiennes - Difficulté à monter les escaliers - Difficulté à marcher sur la pointe des pieds - Difficulté à courir
Faible	-Handicap marqué à performer les activités quotidiennes