كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان
FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE

جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

RECONSTRUCTION ARTHROSCOPIQUE DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR PAR LA METHODE DIDT : TECHNIQUE ET RESULTATS

(Apropos de 09 CAS)

Docteur MNINA Ayoub
Né le 01 Janvier 1991 à Fes

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

Option : CHIRURGIE TRAUMATOLOGIQUE ET ORTHOPEDIE

Sous la Direction de Professeur Mr. EL MRINI ABDELMAJID

<u>Session Juin 2024</u>

LISTE DU CONTENU

LISTE DU CONTENU **1**

LISTE DES ABRÉVIATIONS **5**

LISTE DES FIGURES **8**

LISTE DES TABLEAUX **13**

I. INTRODUCTION : **14**

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES : **16**

1. Notre étude : **16**

2. Méthodes : **17**

3. Objet de notre étude **17**

III. RÉSULTATS : **18**

1. Sujets : **18**

1.1. Age : **18**

1.2. Genre : **18**

1.3. Étiologie : **19**

1.4. Mécanisme de blessure : **19**

1.5. Niveau d'activité avant la blessure : **20**

1.6. Antécédents médicaux : **21**

1.7. Côté concerné : **21**

1.8. Symptômes : **22**

1.9. Examen physique **22**

1.10. Radiographies préopératoires : **23**

1.11. IRM : **24**

2. Technique opératoire : **29**

2.1. Moment de la chirurgie du LCA : **29**

2.2. Installation : **29**

2.3. Type d'anesthésie : **29**

2.4. Type d'incision pour le prélèvement du greffon : **29**

2.5. Décapage des tendons : **29**

2.6. Préparation du greffon : **31**

2.7. Précontrainte peropératoire : 31

2.8. Utilisation d'une gaze stérile imbibée de solution de Vancomycine : 32

2.9. Exploration arthroscopique : 32

2.10. Tunnels osseux : 32

2.11. Fixation du greffon : 33

2.12. Immobilisation : 34

3. Prise en charge postopératoire : 34

3.1. Séjour hospitalier postopératoire : 34

3.2. Médicaments : 34

3.3. Rééducation : 34

4. Suivi : 35

4.1. Time-lapse de suivi : 35

4.2. Évaluation subjective : 35

4.3. Évaluation objective : 35

4.4. Complications : 35

4.5. Time-lapse de reprise d'activité professionnelle : 36

4.6. Reprise de l'activité sportive : 36

IV. DISCUSSION : 36

1. Sujets : 36

1.1. Âge, sexe et niveau d'activité avant la blessure :36 36

1.2. Mécanisme de blessure :42 37

1.3. Étiologie : 41

1.4. Symptômes :51 42

1.5. Examen physique :56 42

1.6. Radiographies préopératoires : 46

1.7. IRM : 59 47

2. Technique opératoire : 52

2.1. Moment de la chirurgie du LCA : 52

2.2. Sélection du greffon :76 54

2.3. Prise en charge préopératoire : 56

2.4. Installations : 57

2.5. Type d'anesthésie :16 58

2.6. Récolte et préparation des greffons :81 59

2.7. Exploration arthroscopique : 67

2.8. Tunnel osseux tibial : 90 67

2.9. Tunnel osseux fémoral : 80 73

2.10. Alternative et variations à cette technique : 83

2.11. Fixation:117 84

2.12. Immobilisation : .... .87

2.13. Reconstruction simple ou double faisceau : 124 89

3. Prise en charge postopératoire : 91

3.1. Séjour hospitalier postopératoire : 91

3.2. Médicaments :16 147 92

3.3. Rééducation : 94

4. Suivi : 99

4.1. Évaluation subjective : 99

4.2. Évaluation objective : ..... .101

4.3. Complications : 102

4.4. Time-lapse de reprise d'activité professionnelle : 108

4.5. Reprise de l'activité sportive : ..... .109

V. CONCLUSION 110

RÉSUMÉ 114

ANNEXES 119

BIBLIOGRAPHIE 127

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AAM : accessoire antéromédial

LCA : ligament croisé antérieur

ACLR : reconstruction du ligament croisé antérieur

AKP : douleur antérieure du genou

AL : antérolatéral

AM : antéromédial

AMB : faisceau antéromédial

AMI : inhibition musculaire arthrogénique

AP : antéropostérieur

ATT : tubérosité tibiale antérieure

BPTB : os-tendon rotulien-os

CKC : chaîne cinétique fermée

CT : tomodensitométrie

DB : double paquet

TVP : thrombose veineuse profonde

GT : tendon du gracile

HT : tendons des ischio-jambiers

IKDC : comité international de documentation du genou

KJ : Kenneth-Jones

LFC : condyle fémoral latéral

HBPM : héparine de bas poids moléculaire

LTP : plateau tibial latéral

MCL : ligament collatéral médial

MFC : condyle fémoral médial

IRM : imagerie par résonance magnétique

MVA : accident de la route

AINS : anti-inflammatoires non stéroïdiens

OA : arthrose

OKC : chaîne cinétique ouverte

PCL : ligament croisé postérieur

PD FS : densité de protons supprimée par la graisse

EP : embolie pulmonaire

PL : postérolatéral

PLB : faisceau postérolatéral

RER : crête rétro-éminence

ROM : amplitude de mouvement

SCD : appareil de compression séquentielle

TLS : vis de blocage du ruban

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition selon l'âge de 18

Figure 2: Répartition par sexe 18

Figure 3: Répartition par étiologie 19

Figure 4: Répartition par mécanisme de blessure 20

Figure 5: Répartition par niveau d'activité pré-lésionnelle 21

Figure 6: Répartition par côté atteint 21

Figure 7: Symptômes 23

Figure 8: Examen physique 24

Figure 9: Radiographies de face et de profil du genou ne montrant aucun signe anormaL. 27

Figure 10: Principaux signes de rupture du LCA 25

Figure 11: Vue coronale d'une séquence FAT SAT montrant une déchirure complète du LCA. 25

Figure 12: Signes secondaires de rupture du LCA 26

Figure 13: Vue sagittale montrant une déformation du LCP indiquant une déchirure du LCA 27

Figure 14: Vue sagittale montrant la translation tibiale antérieure. 27

Figure 15: Blessures associées 28

Figure 16: Vue sagittale montrant une lésion du ménisque latéral associée à une déchirure du LCA. 28

Figure 17: Libération des deux tendons de leur insertion tibiale commune distale .30

Figure 18: L'extrémité du gracilis est cousue avec une suture n°2 et le semi-tendineux est récolté avec un décolleur de tendon à boucle ouverte 30

Figure 19: Préparation du greffon 31

Figure 20: Forage des tunnels osseux tibial (Gauche) et fémoral (Droite) 33

Figure 21: Le tunnel fémoral après forage sous arthroscopie 33

Figure 22: Fixation du greffon 34

Figure 23: L'angle de flexion du genou réduit l'angle du tendon rotulien, réduisant ainsi la ligne de traction du tibia dans le sens de cisaillement antérieur. Le muscle ischio-jambier protège en grande partie le LCA et sa ligne de traction est plus grande pour produire une force de cisaillement postérieure lorsque le genou est fléchi 38

Figure 24: Mécanisme de chargement multiplan d'une lésion du ligament croisé antérieur sans contact. 39

Figure 25: Une force de valgus associée à une rotation externe du tibia est appliquée au genou en flexion 41

Figure 26: Test du tiroir antérieur 44

Figure 27: Test de Lachman 44

Figure 28: Test de pivotement 45

Figure 29 : Vues AP et latérales du genou 46

Figure 30: Radiographie AP du Genou montrant une fracture du Segond 46

Figure 31: Vue sagittale oblique montrant la discontinuité du LCA (flèche blanche) 48

Figure 32: Images coronales obliques de (c) les faisceaux AM et (d) les faisceaux PL montrant une déchirure complète du LCA (flèche blanche) 48

Figure 33: Translation tibiale antérieure entraînant une déformation du ligament croisé postérieur (LCP). Ainsi, le flambage du PCL indique une déchirure du LCA. 49

Figure 34: La translation tibiale antérieure est indiquée par une ligne tracée à 45° par

rapport à l'extrémité postéro-supérieure de la ligne de Blumensaat qui ne coupe pas la partie plate du plateau tibial. 50

Figure 35 : « Signe de tirage antérieur » : Une translocation antérieure du fémur sur le tibia est positive en cas de distance antérieure supérieure à 5 mm entre le bord tibial postérieur et une ligne descendue perpendiculairement à la face postérieure du condyle fémoral 50

Figure 36: Sillon fémoral latéral profond (plus profond que 2 mm) (flèche blanche). L'impact sur le condyle fémoral latéral (LFC) a décomprimé le condyle fémoral avec ou sans contusion osseuse 51

Figure 37: Contusion osseuse (flèche blanche). Le mécanisme de changement de pivot a créé un impact entre le LFC et le plateau tibial latéral postérieur (LTP), ce qui a augmenté le signal sur les images pondérées en T2. 51

Figure 38: Installation du patient. 58

Figure 39 : Repères anatomiques permettant d'identifier les tendons des ischio-jambiers : (a) 2 à 3 largeurs de doigts distales par rapport à la ligne articulaire, (b) la moitié inférieure de l'ATT, (c) la ligne perpendiculaire au col fibulaire 59

Figure 40: Incision cutanée verticale à 2 cm à l'intérieur de l'ATT, permettant le passage de l'index. 61

Figure 41: Le GT est identifié en faisant glisser tout instrument solide dans une direction proximale vers distale sur le fascia vestimentaire et en sentant une bosse douce. Cela indique la présence du tendon en dessous 62

Figure 42: Avant que le GT ne soit libéré, le ST doit être marqué avec une suture n°1. Cela facilitera considérablement le prélèvement ultérieur du ST en le tirant vers l'incision chirurgicale. 62

Figure 43: Une fois les insertions GT et ST libérées de leur insertion tibiale, leurs extrémités sont cousues en surjet sur une distance de 30 mm avec une suture #2 haute résistance. 64

Figure 44: Décapage du gracile par traction sur le tendon. 64

Figure 45: Quadruple greffe des ischio-jambiers. Deux couleurs de suture sont utilisées pour coudre chaque tendon avec la même couleur de suture aux deux extrémités. Dans ce cas, le GT et le ST ont été doublés sur la boucle d'une fixation extracorticale pour former une quadruple greffe des ischio-jambiers 65

Figure 46: Calibrage du transplant par un bloc de dimensionnement 66

Figure 47: Vue arthroscopique des sites et repères d'insertion tibiaux : le rachis médial, le rachis latéral et la corne antérieure du ménisque latéral et du LCP (genou gauche) 70

Figure 48: Évaluation fluoroscopique avec vue AP et latérale avant le forage du tunnel. 72

Figure 49: Alésoir canulé en place pour vérifier le conflit en mi-flexion puis en extension complète. 73

Figure 50: Genou droit à 90°. La vue à travers le portail AL offre une vue tangentielle du site de fixation fémorale du LCA (a). Avec la vue portale AM, l'empreinte fémorale native du LCA est visible le long du tiers inférieur de la paroi latérale de l'encoche (b) 74

Figure 51: Vue portale AM à 90° de flexion. La marge de l'empreinte native de l'ACL est délimitée par l'ellipse en pointillé et son axe long par la ligne noire (a). Le centre du tunnel fémoral du LCA est marqué par un poinçon à

microfracture (b) 76

Figure 52: Genou droit. Vue du site d'attache fémorale du LCA avec le genou à 90° de flexion (a) et avec le genou à 90° en position en quatre (b) 77

Figure 53: Méthode du quadrillage de Bernard-Hertel, (t) représente la mesure le long de la ligne de Blumensaat et (h) la hauteur de l'échancrure intercondylienne. Le centre de l'attache fémorale du LCA était situé à 27 % le long de la ligne (t) et à 34 % le long de la ligne (h) 80

Figure 54: Le poinçon de microfracture coudé est positionné au centre du site de fixation fémorale du LCA 80

Figure 55: Vue portale AM en hyperflexion. La broche de guidage de la pointe du foret fémoral est orientée perpendiculairement au site de fixation fémorale du LCA (a), contrairement à celle de la photo de droite qui a été inclinée latéralement, ce qui entraîne une orientation plus oblique de la broche de guidage par rapport au site de fixation fémorale du LCA (b)..82

Figure 56: Vue du portail AM à 90°. L'ouverture de forme elliptique du tunnel fémoral du LCA est centrée dans l'empreinte fémorale du LCA. 82

Figure 57: Trajet de la branche infrapatellaire du nerf saphène (flèches) 104

Figure 58: Lésion cyclope formée après reconstruction du LCA. L'IRM montre une lésion nodulaire à marge nette dans l'échancrure intercondylienne située en avant du greffon du LCA (flèche) 106

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Propriétés biomécaniques du ligament croisé antérieur et des greffons.55

Tableau 2: Centre d'attache natif du LCA tibial selon différentes études.....86

Tableau 3: Résistance et rigidité initiales de la fixation du greffon à l'aide d'une greffe de tissus mous au niveau du site fémoral118,119 86

Tableau 4: Force et rigidité initiales de fixation du greffon à l'aide d'une greffe de tissus mous au niveau du site tibial118,119.....87

Tableau 5: Le score de Lysholm moyen calculé dans différentes études par rapport à notre études.....100

I. Introduction:

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est l'une des blessures ligamentaires du genou les plus courantes, en particulier lors d'activités sportives, et constitue la principale raison de l'instabilité du genou. De nombreux tests cliniques peuvent être utilisés pour détecter cette instabilité du genou, comme un test de Lachman positif et un test du tiroir antérieur.

Malgré un signe clinique d'une lésion du ligament croisé antérieur, on opte généralement pour une IRM afin de confirmer le diagnostic mais aussi d'avoir une connaissance complète de toutes les autres lésions associées.

Au cours de ces dernières décennies, la chirurgie du ligament croisé antérieur a fait un pas en avant important, ayant pour objectif une meilleure stabilité et fonction du genou, et prévenir la dégénérescence articulaire à long terme.

L'avènement de l'arthroscopie a également fait partie des progrès de la chirurgie du LCA. Dans une étude réalisée par Laffargue et al.1, dans laquelle il a comparé la reconstruction arthroscopique et arthrotomie ouverte du ligament croisé antérieur comme traitement de la laxité antérieure chronique, on a observé moins de risque d'algodystrophie et de douleur antérieure du genou avec une rééducation plus rapide pour le groupe. traités par procédure arthroscopique.

L'un des principaux problèmes perçus lors de la reconstruction du LCA est la sélection du greffon. Un substitut de greffon idéal pour la reconstruction du LCA doit reproduire son anatomie et ses propriétés biomécaniques, avec une taille suffisante, il nécessite également une fixation fiable et une cicatrisation biologique rapide sans réaction biologique indésirable ni morbidité du site donneur, avec d'excellents résultats à long terme.

L'évaluation de la chirurgie du LCA repose sur 3 facteurs principaux : le contrôle de la laxité, les résultats fonctionnels globaux grâce au score de Lysholm et Tegner et la reprise du sport pré-lésionnel.

Dans la chirurgie moderne du LCA, les tendons os-tendon rotulien, tendon ischio-jambier et tendon quadriceps sont les candidats de première intention utilisés pour la reconstruction primaire par autogreffe. Chacune de ces techniques a ses avantages et ses inconvénients.

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective menée auprès de 9 patients, bénéficiant d'une reconstruction arthroscopique du LCA par greffe des ischio-jambiers, au service de chirurgie orthopédique B4 du Centre Hospitalier Universitaire HASSAN II de Fès, entre février 2020 et décembre 2022.

Notre étude vise à évaluer les résultats fonctionnels à court et moyen terme de cette procédure.

II. Matériel et méthodes:

1. Notre étude :

Nous avons mené une étude rétrospective au sein du Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique B4 du Centre Hospitalier Universitaire HASSAN II de Fès, sur une période de 2 ans, de février 2020 à décembre 2022, incluant 9 patients présentant une instabilité chronique du genou secondaire à une rupture du LCA traitée. par reconstruction du LCA en un seul faisceau par greffe des ischio-jambiers.

Critère d'intégration:

- Patients présentant une instabilité chronique du genou.

- Patients présentant une rupture du LCA confirmée par une IRM.

- Patients subissant une chirurgie de reconstruction d'un seul faisceau du LCA par greffe des ischio-jambiers.

Critère d'exclusion:

- Patients subissant une procédure KJ.

- Patients subissant une révision de reconstruction du LCA.

- Patients subissant une ligamentoplastie TLS pour traiter les ruptures du LCA.

- Patients subissant une chirurgie de reconstruction à double faisceau du LCA par greffe des ischio-jambiers.

- Patients pédiatriques présentant une lésion du LCA.

2. Méthodes :

Nous avons collecté toutes les données cliniques, biologiques et radiologiques de chaque patient à partir du registre des hospitalisations, du registre des rapports opératoires et du registre des consultants. Une fiche technique a été utilisée pour simplifier la collecte de toutes les informations médicales.

Les données des patients ont été codées et saisies sur un fichier Excel.

Les résultats fonctionnels ont été appréciés par le score de Lysholm et Tegner.

3. Objectif de notre étude :

o Évaluer les résultats fonctionnels antérieurs du traitement chirurgical des lésions du LCA par greffe des ischio-jambiers.

o Comparer ces résultats avec d'autres séries internationales.

o Décrire les avantages et les inconvénients de cette technique chirurgicale.

III. Resultats:

1. Sujets:

1.1. Age:

L'âge moyen de nos patients était de 38 ans allant de 23 ans à 54 ans.

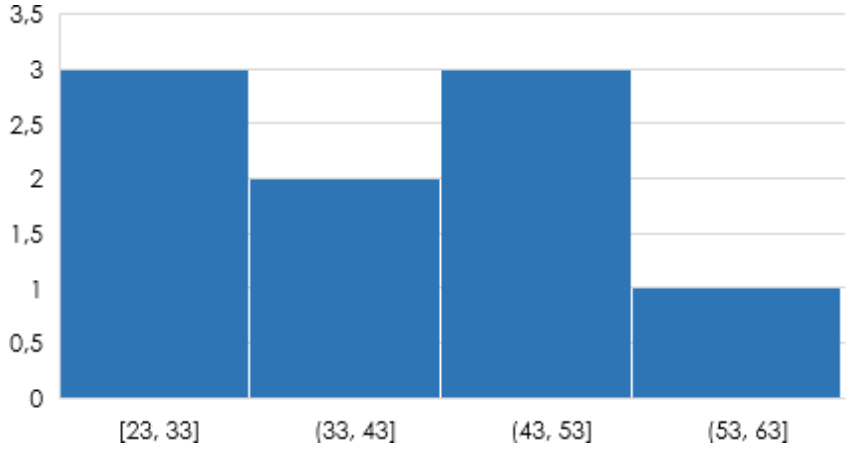

Figure 1: Répartition par âge

1.2. Genre:

Dans notre étude, nous avons constaté une prédominance masculine, avec 7 hommes pour 2 femmes, et un sex ratio de 3/1.

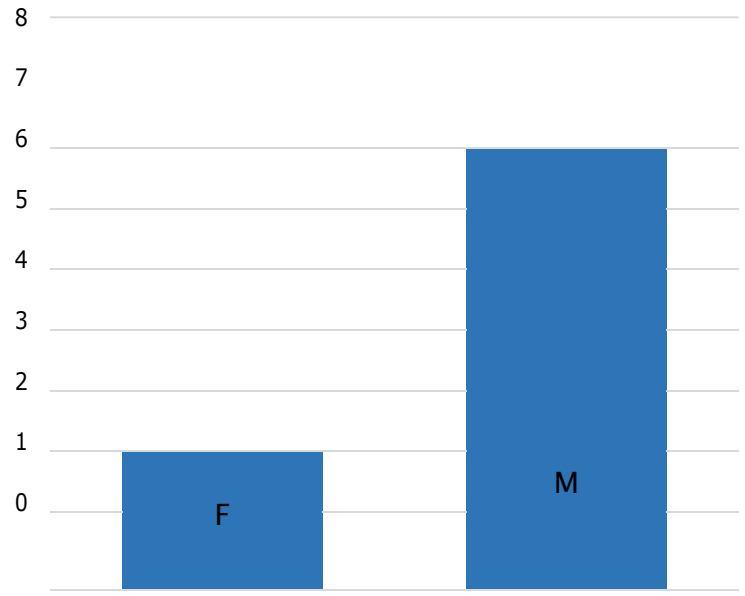

Figure 2: Répartition par sexe

1.3. Etiologie:

78% de nos patients ont été victimes d'un accident de sport et 22% d'entre eux ont été victimes d'un accident vasculaire cérébral responsable de leur lésion du LCA.

Le football était le sport le plus pratiqué par notre population. Aucun de nos patients n'a été victime d'un accident du travail.

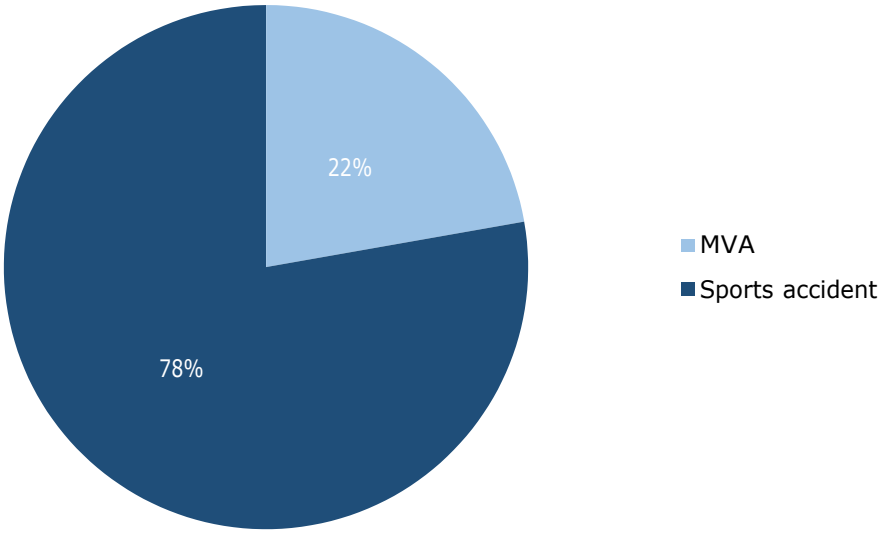

Figure 3 : Répartition par étiologie

1.4. Mécanisme de blessure:

Le mécanisme de blessure le plus prédominant était une force de rotation externe valgus sans contact représentant 45 %, suivie d'une rotation interne sans contact et d'une force de rotation valgus externe avec contact représentant chacune 22 %.

Le mécanisme d'hyperextension sans contact ne représente que 11 % dans notre étude.

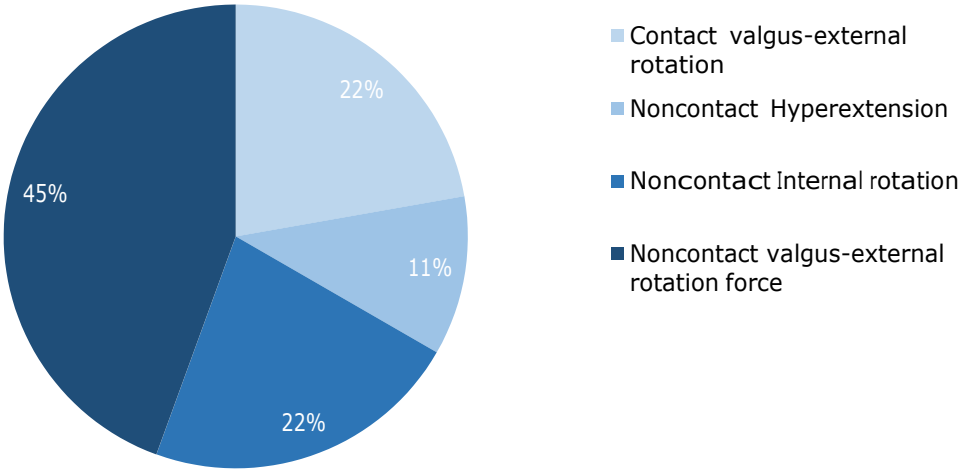

Figure 4: Répartition par mécanisme de blessure

1.5. Niveau d'activité avant la blessure:

Le niveau d'activité avant la blessure a été déterminé pour chaque individu et tous étaient des athlètes récréatifs ou compétitifs. Pour être considéré comme compétitif, un individu doit avoir pratiqué régulièrement une activité sportive au moment de sa blessure.

67 % étaient des athlètes récréatifs comparativement aux athlètes de compétition, ce qui représente 33 %.

Aucun athlète professionnel n'a été traité dans cette série.

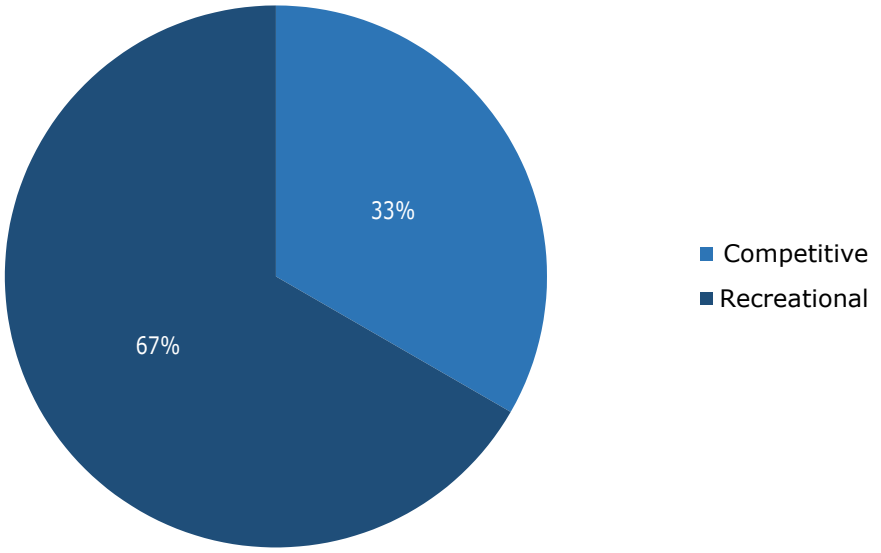

Figure 5: Répartition par niveau d'activité pré-lésionnelle

1.6. Antécédents médicaux:

Un de nos patients a été suivi pour diabète de type 2. Aucun de nos patients n'était candidat à une opération du genou.

1.7. Côté concerné :

67% de nos patients avaient une blessure au genou droit et seulement 33% une blessure au côté gauche.

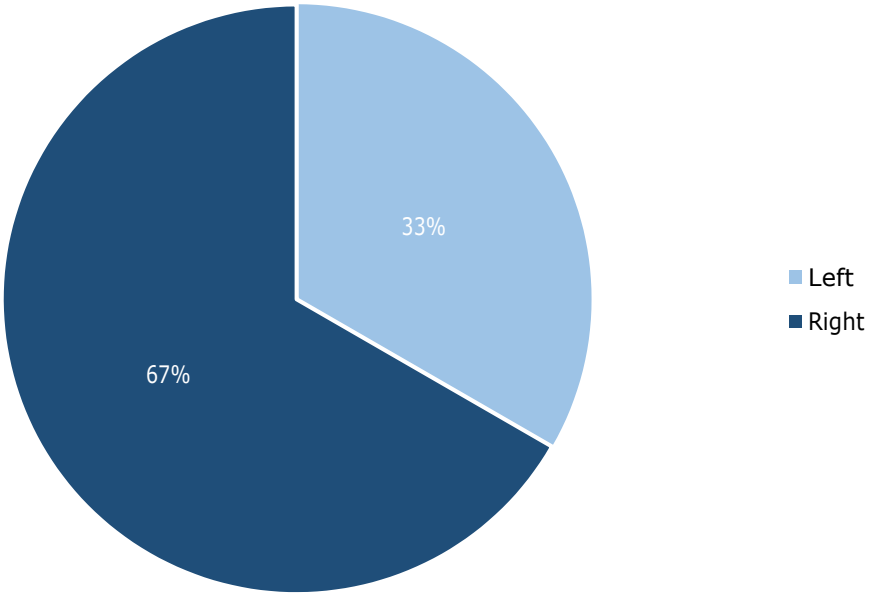

Figure 6: Répartition par côté affecté

1.8. Symptomes:

Tous nos patients se plaignaient de douleurs antérieures et de cessions du genou, 78% d'entre eux se plaignaient également de douleurs articulaires, 33% présentaient un blocage intermittent, 22% présentaient une sensation de claquement et 11% d'entre eux un gonflement.

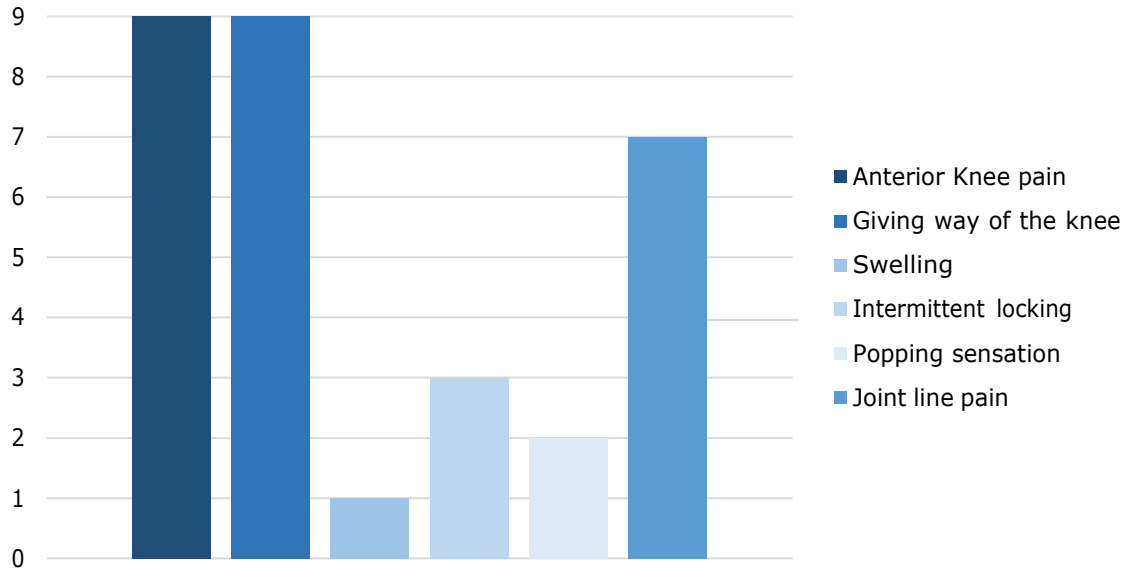

Figure 7: Symptomes

1.9. Examen physique :

Dans notre étude, tous nos patients présentaient une lésion du LCA cliniquement évidente, avec un test de Lachman et un test du tiroir antérieur positifs, 89 % d'entre eux avaient un test de pivot shift positif. 55% de nos patients avaient également un syndrome méniscale associé, 11% d'entre eux avaient

Test du tiroir postérieur, outre les crépitements fémoro-patellaires et la laxité en varus qui ont également été décrits dans 11 % de nos cas.

Aucun de nos patients n'a présenté de laxité clinique en varus ou en valgus. Le test de Lelli et le test de Slocum n'étaient pas reportés dans les dossiers de nos patients.

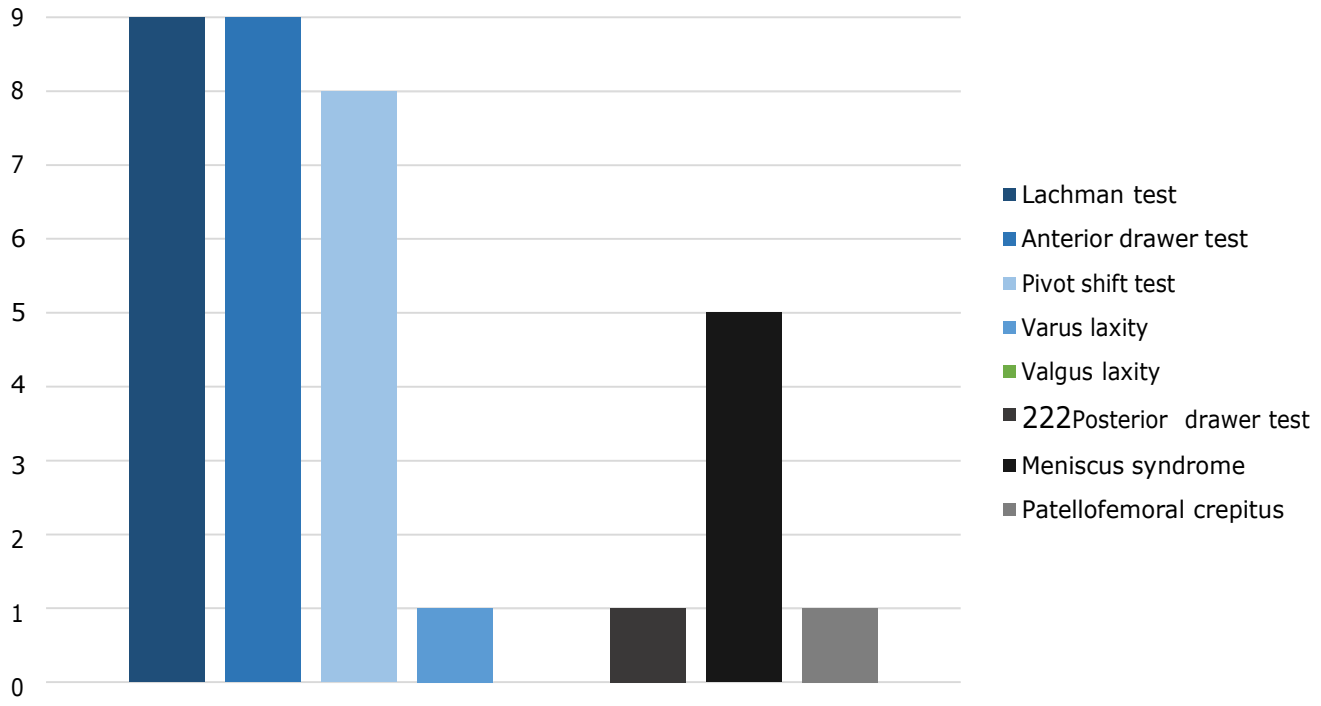

Figure 8: Examen physique

1.10. Radiographies préopératoires :

Tous nos patients ont réalisé des radiographies de face et de profil. 78 % de nos patients avaient des radiographies normales et 22 % avaient une arthrose.

Aucun de nos patients n'a présenté de signes radiologiques de rupture du LCA :

- Signe de sulcus latéral profond
- Dépression du condyle fémoral latéral représentant une fracture par impaction
- Signe de translocation tibiale antérieure
- Deuxième fracture
- Fracture arquée
- Épanchement articulaire

Figure 9: Radiographies de face et profil du genou ne montrant aucun signe anormal

1.11. IRM :

Une IRM a été réalisée chez tous nos patients et nous a permis de diagnostiquer une rupture du LCA ainsi que d'autres lésions associées.

L'imagerie des déchirures du ligament croisé antérieur doit être divisée en signes primaires et secondaires.

Les signes primaires sont ceux qui concernent le ligament lui-même. Les signes secondaires sont ceux qui sont étroitement liés aux lésions du ligament croisé antérieur.

Concernant les signes primaires de rupture du LCA, une discontinuité des fibres a été montrée chez tous nos patients à l'IRM, une augmentation du signal en T2 a été observée dans 44% de nos cas, un signal d'encoche vide a été décrit chez 33% des patients, une tuméfaction était présente chez 22% des patients. cas. Le signe d'écart et le signe d'empreinte ont été décrits chez 11 % de nos patients.

Une orientation anormale du ligament croisé antérieur par rapport à la ligne intercondylienne (Blumensaat) n'a pas été décrite dans les rapports d'IRM de nos patients.

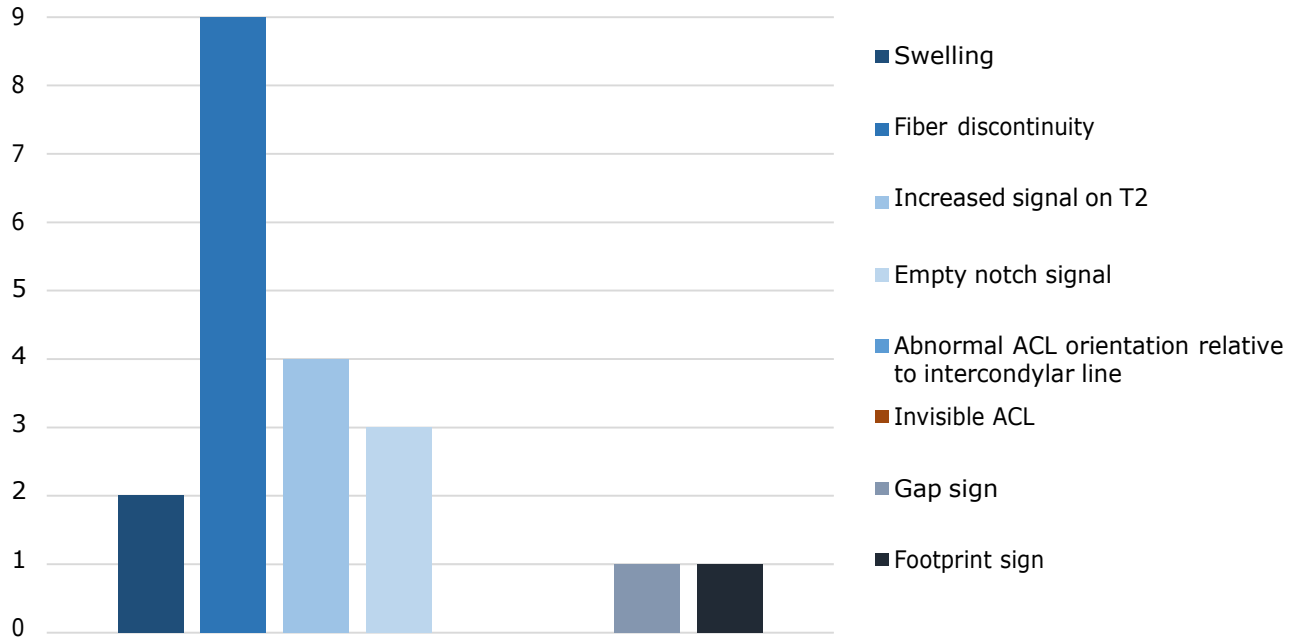

Figure 10: Principaux signes de rupture du LCA

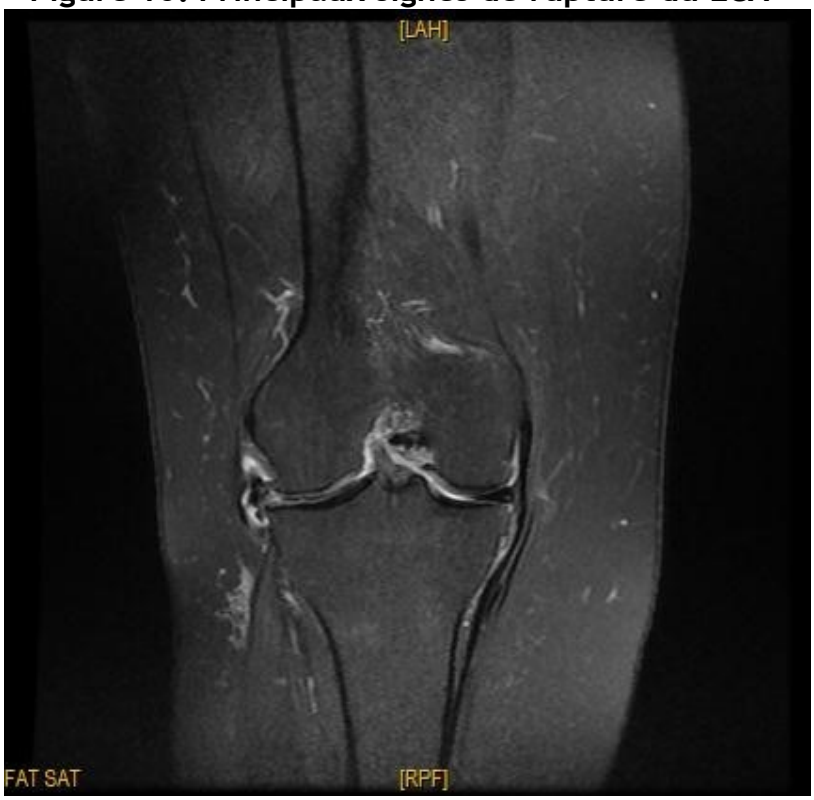

Figure 11: Vue coronale d'une séquence FAT SAT montrant une déchirure complète du LCA.

Concernant les signes secondaires, nous avons observé une lésion du ligament collatéral latéral dans 33 % de nos cas, suivie d'un signe de translocation tibiale antérieure et d'un LCP courbé qui ont été décrits dans 22 % de nos cas. Une contusion osseuse a été retrouvée dans 11 % de nos cas ainsi que pour une fracture du Segond. Une corne postérieure découverte du ménisque latéral a été retrouvée chez 11 % de nos patients.

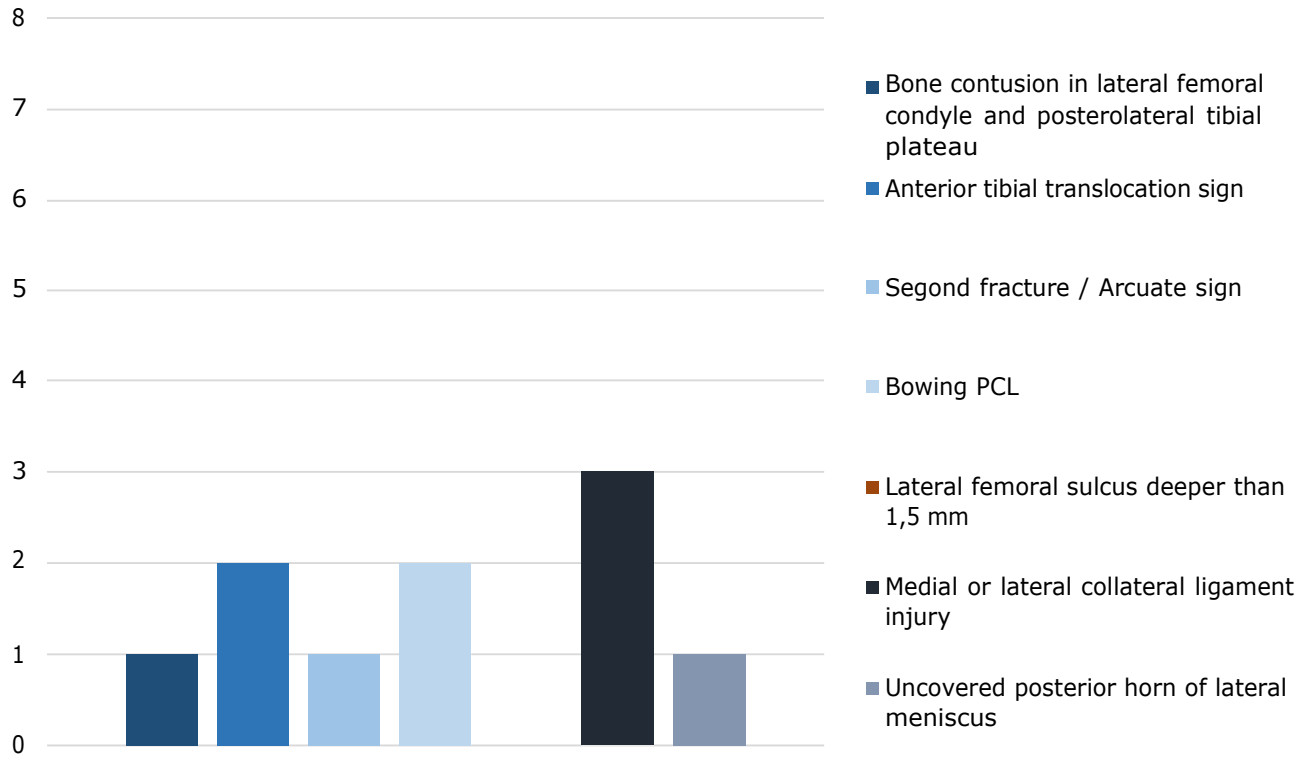

Figure 12: Signes secondaires de rupture du LCA

L'IRM renseigne également sur les lésions associées comme une rupture du LCP associée qui a été retrouvée dans 11% de nos cas, une lésion méniscale associée qui représentait dans nos cas 55% pour le ménisque médial et 22% pour le ménisque latéral. Une lésion du ligament collatéral latéral du genou était également présente chez 22 % de nos patients.

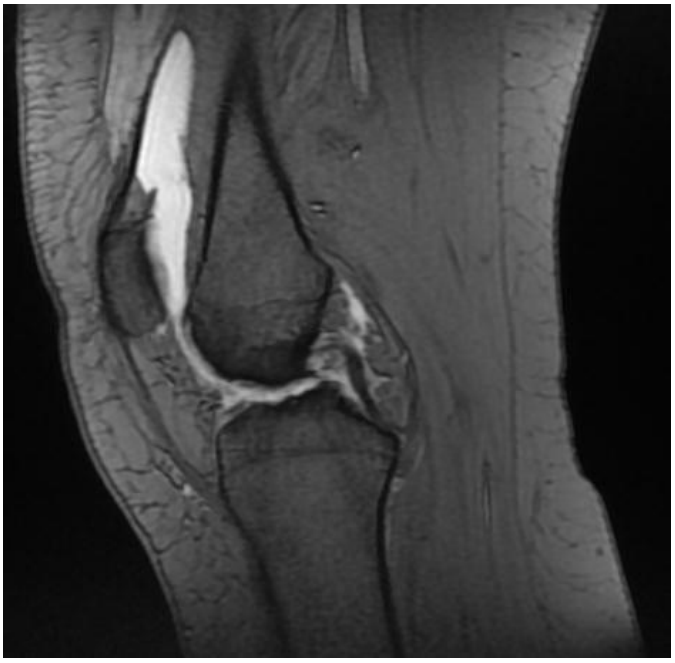

Figure 13: Vue sagittale montrant une déformation du PCL indiquant une déchirure du LCA

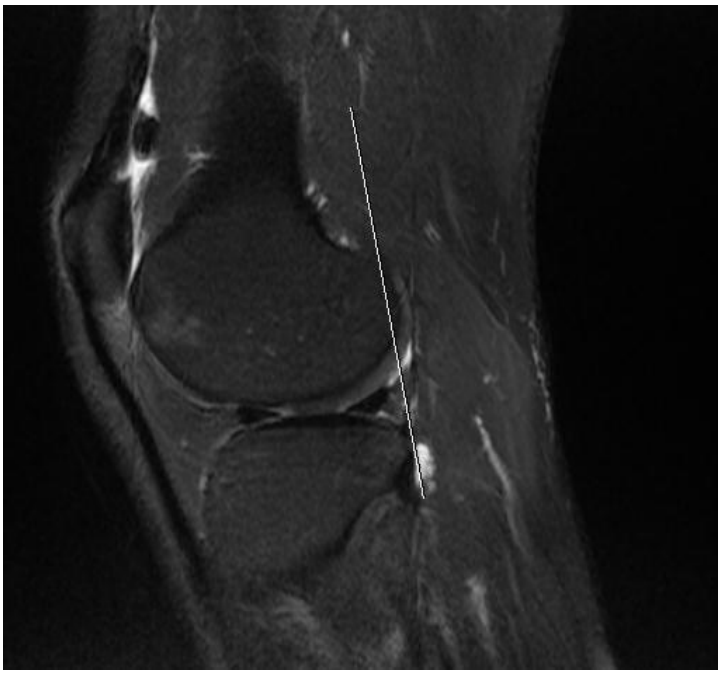

Figure 14: Vue sagittale montrant la translation tibiale antérieure.

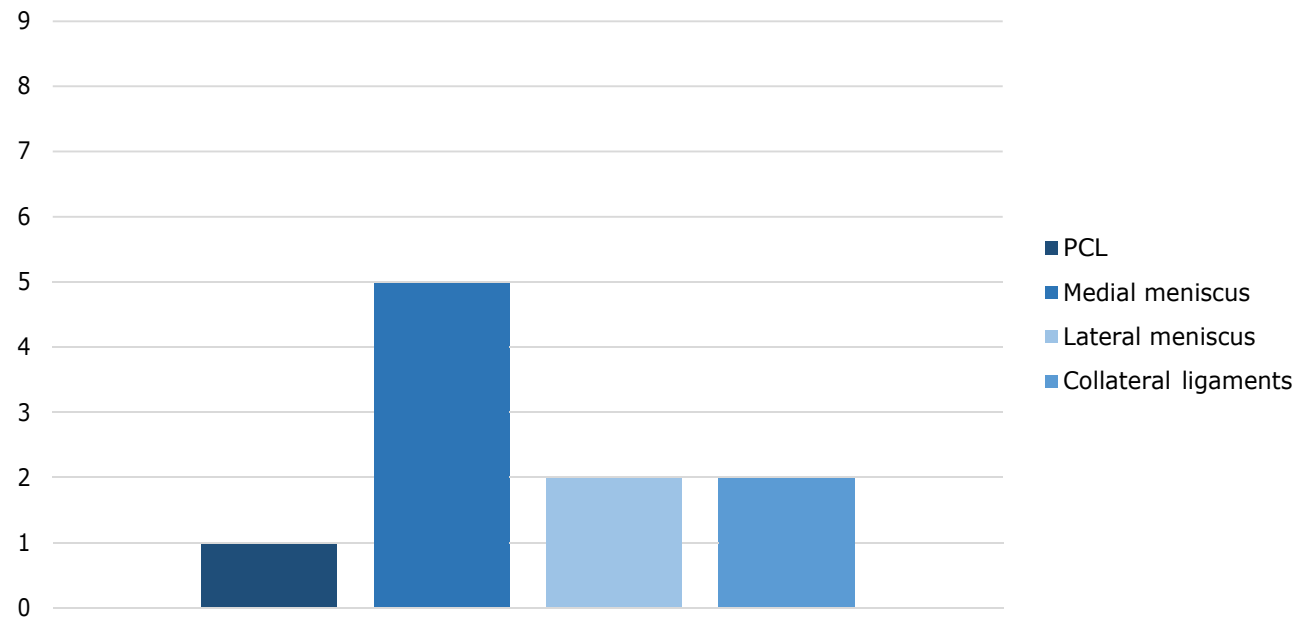

Figure 15: Blessures associées

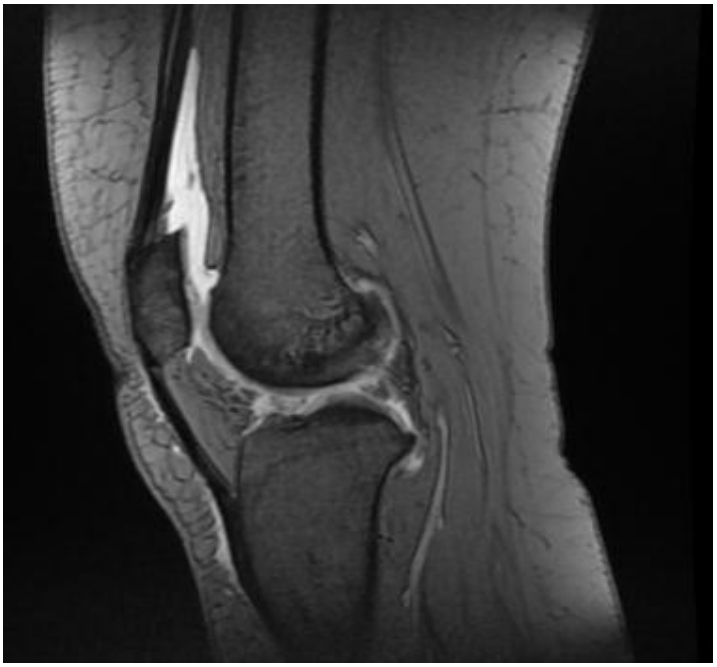

Figure 16: Vue sagittale montrant une lésion du ménisque latéral associée à une déchirure du LCA.

2. Technique opératoire :

Tous nos patients ont été traités selon la technique de reconstruction du LCA en un seul faisceau avec greffe des ischio-jambiers.

2.1. Moment de la chirurgie du LCA :

Dans notre étude, le délai moyen de chirurgie du LCA était de 27 mois après le traumatisme.

2.2. Installation:

Dans notre étude, tous nos patients étaient installés en décubitus dorsal à l'aide d'un repose-pied rembourré fixé à la table d'opération, ajusté pour positionner le genou à un minimum de 120° de flexion.

2.3. Type d'anesthésie :

La rachianesthésie a été utilisée pour tous nos patients.

2.4. Type d'incision pour le prélèvement du greffon :

Les tendons du gracile et du semi-tendineux sont situés médialement par rapport à l'ATT, puis une incision cutanée verticale d'environ 2 cm a été utilisée pour le prélèvement du greffon.

2.5. Décapage des tendons :

Les tendons ont été libérés de l'insertion distale commune de la jambe ansérine (Figure 17). Le gracilis a d'abord été identifié, isolé et fortement tiré avec un petit dissecteur courbé à 90°, puis libéré de son insertion tibiale.

L'extrémité libre du semi-tendineux était ensuite saisie avec une pince de Kocher pour empêcher sa rétraction proximale.

L'extrémité libre du gracilis a ensuite été cousue sur une distance de 30 mm avec une suture n°2 à haute résistance (Figure 18).

Le gracilis a été libéré de ses bandes fasciales rares et ténues à l'aide de ciseaux Metzenbaum ouverts, puis un décolleur tendineux à boucle ouverte est

ensuite inséré sur le tendon, et le décolleur tendineux a été avancé en veillant à rester dans l'axe longitudinal du muscle (Figure 18).

Figure 17: Libération des deux tendons de leur insertion tibiale commune distale

Figure 18: L'extrémité du gracilis est cousue avec une suture n°2 et le semi-tendineux est récolté avec un décapant de tendon en boucle ouverte.

2.6. Préparation du greffon :

Les extrémités des deux tendons ont été cousues au fouet avec une suture Vicryl #2 résistante et sur une distance de 30 mm (Figure 19).

Figure 19: Préparation du greffon

La greffe a ensuite été doublée pour former une quadruple greffe des ischio-jambiers.

Deux sutures étagées ont été utilisées pour unir les deux pattes du transplant pour aboutir à une structure unique produisant un transplant à quatre brins.

Les extrémités des deux tendons ont été cousues au fouet avec une suture Vicryl 2 résistance et sur une distance de 30 mm (Figure 19).

Ensuite, le transplant a été passé dans un bloc de dimensionnement, afin de déterminer le diamètre du tunnel osseux tibial et fémoral.

2.7. Prétension peropératoire

Dans notre étude, la prétension peropératoire n'a pas été utilisée.

2.8. Utilisation d'une gaze stérile imbibée de solution de Vancomycine :

Dans notre étude, nous n'avons pas utilisé de gaze stérile imbibée d'une solution de Vancomycine.

2.9. Exploration arthroscopique :

L'exploration arthroscopique du genou blessé a révélé dans tous nos cas une rupture complète du ligament croisé antérieur associée à :

- Un LCP blessé chez 1 patient (11% de nos cas)
- Lésion du ménisque médial associée chez 2 patients (22% de nos cas)
- Lésion du ménisque latéral associée chez 1 patient (11% de nos cas)

2.10. Tunnels osseux :

Nous avons utilisé un portail antéromédial (AM) comme portail de visualisation principal et un portail antérolatéral (AL) comme portail instrumental principal.

Sur la corticale tibiale, le point de départ moyen du pin guide était à 2 cm en dedans de la tubérosité tibiale antérieure et à 3 cm sous le bord articulaire. L'obliquité moyenne AP était d'environ 55° par rapport à l'horizontale (Figure 20).

Ensuite, le tunnel tibial a été foré à la taille appropriée avec un alésoir canulé d'un diamètre moyen du tunnel tibial de 9 mm.

Ensuite, un pin guide a été introduit pour définir la position du tunnel osseux fémoral, puis il a été foré avec un alésoir canulé d'un diamètre moyen du tunnel fémoral de 9 mm (Figure 20).

Figure 20: Linge des tunnels osseux tibial (gauche) et fémoral (droite)

Le bord intra-articulaire du tunnel a ensuite été nettoyé au rasoir.

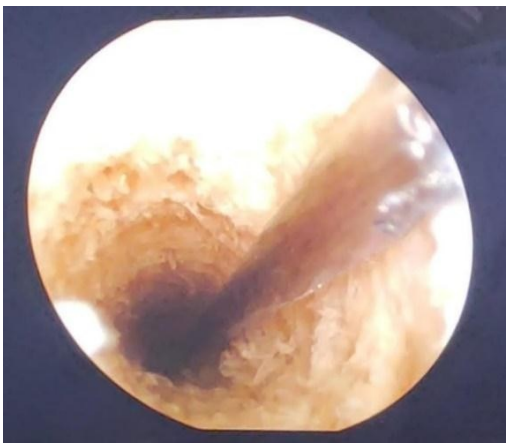

Figure 21: Le tunnel fémoral après forage sous arthroscopie

2.11. Fixation du greffon :

Dans notre étude, nous avons utilisé des vis d'interférence afin de fixer le greffon dans les tunnels osseux tibial et fémoral pour tous nos patients.

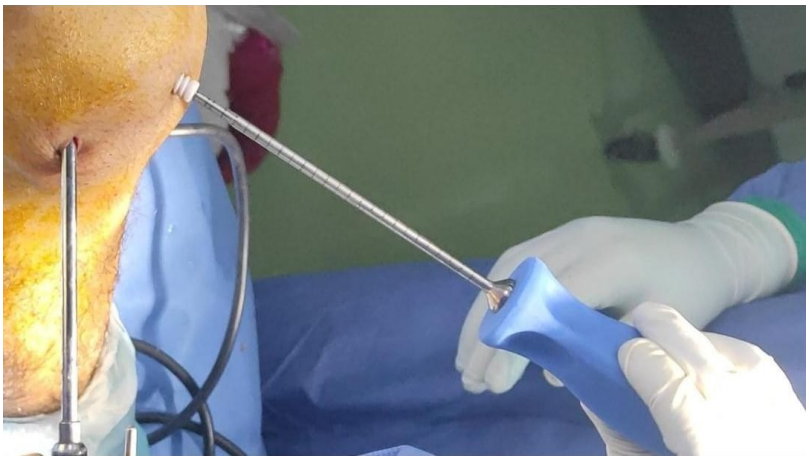

Figure 22: Fixation du greffon

2.12. Immobilisation:

Pour tous nos patients, nous avons utilisé une genouillère pour l'immobilisation.

3. Prise en charge postopératoire :

3.1. Séjour hospitalier postopératoire :

La durée moyenne d'hospitalisation postopératoire était de 4 jours avec un minimum de 2 jours et un maximum de 9 jours.

3.2. Médicament:

Tous nos patients ont bénéficié d'une prophylaxie antimicrobienne par amoxicilline-clavulanate, d'une thromboprophylaxie par héparine de bas poids moléculaire (HBPM), ainsi que d'un contrôle de la douleur postopératoire basé sur une analgésie multimodale par anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et un association de paracétamol et de codéine.

3.3. Rééducation:

Tous nos patients ont bénéficié du même protocole de rééducation débuté 24h après l'intervention assurée par l'équipe de kinésithérapie affiliée à notre service pendant toute la durée du séjour hospitalier post-opératoire.

Après leur sortie de l'hôpital, les patients ont été transférés dans des centres de rééducation externes. Il est à noter que la rééducation n'a pas toujours été respectée par nos patients en raison de son accessibilité qui n'a pas toujours été facile.

La durée moyenne de rééducation était d'environ 4 mois.

4. Suivi :

4.1. Time-lapse de suivi :

Dans notre étude, nous avons suivi nos patients pendant une durée moyenne de 20 mois.

4.2. Évaluation subjective :

Les patients ont rapporté des douleurs antérieures du genou lors d'activités intenses ou en position agenouillée-accroupie dans 33 % de nos cas, 22 % de nos patients ont rapporté un pli du genou associé à un gonflement lors d'exercices à fort effort. 11 % de nos patients ressentaient occasionnellement le besoin d'utiliser des béquilles notamment lors de longues distances à pied.

Une évaluation globale utilisant le score de Lysholm a été réalisée et le score de Lysholm moyen postopératoire était de 88 classé bon.

4.3. Évaluation objective :

Dans notre pratique quotidienne, le seul moyen dont nous disposons pour mesurer la laxité ligamentaire est un examen clinique, sans test instrumental, ce qui rend nos résultats subjectifs.

Aucun de nos patients n'a eu de perte d'amplitude de mouvement, ni un test de Lachman positif ni un test de Pivot Shift.

4.4. Complications:

Aucun de nos patients n'a souffert de complications périopératoires ou postopératoires, telles qu'une lésion vasculaire ou nerveuse, une thrombose veineuse profonde, une infection, une lésion du ligament collatéral, une fracture fémorale ni aucune complication lors du prélèvement du greffon.

4.5. Time-lapse de reprise d'activité professionnelle :

Le délai de reprise de l'activité professionnelle dépendait de la profession du patient et variait entre 2 et 5 mois avec une moyenne de 3 mois.

4.6. Reprise de l'activité sportive :

56% de nos patients ont repris leur activité sportive. Il a fallu en moyenne 10 mois à nos patients pour retrouver leurs activités récréatives, sachant qu'aucun d'entre eux n'était un sportif professionnel.

Mais il est à noter que certains de nos patients ayant pu reprendre leur activité sportive, se plaignaient d'instabilité, de douleurs et de gonflements lors de la pratique de sports à effort intense.

IV. Discussion:

1. Sujets :

1.1. Âge, sexe et niveau d'activité avant la blessure :36

Nous observons la plus forte incidence de lésions du LCA chez les jeunes entre 15 et 25 ans, notamment ceux qui pratiquent des sports de pivotement37.

Il a été rapporté que les femmes courent un risque de blessure 2 à 8 fois plus élevé que les hommes, les taux pour chaque sexe différant légèrement selon le type de sport35,38–40. Cela a été lié à des facteurs de risque anatomiques (augmentation de l'angle Q, taille de l'encoche fémorale, géométrie du LCA, pente tibiale, pronation de l'articulation sous-talienne, indice de masse corporelle, laxité ligamentaire, valgus apparent du genou et force musculaire) mais également à des facteurs de risque hormonaux.

Il a également été rapporté que le risque de blessure du LCA augmente avec le niveau de compétition (niveaux secondaire et collégial)41.

Dans notre étude, nous avons également remarqué une incidence plus élevée de blessures du ligament croisé antérieur sans contact chez les athlètes jeunes et d'âge moyen, âgés en moyenne de 38 ans. Cette différence d'âge par rapport aux autres séries pourrait s'expliquer par une population peu spécifique, avec un niveau de compétition récréative et aucun athlète professionnel. Nous avons également observé une incidence plus élevée de lésions du LCA chez les hommes, contrairement à certaines études mentionnées précédemment, qui pourrait s'expliquer principalement par le taux plus faible de lésions du LCA.

pratique sportive dans notre population générale féminine.

1.2. Mécanisme de blessure :42

Environ 70 % de toutes les lésions du LCA surviennent par des mécanismes sans contact.

De nombreuses études axées sur les mécanismes biomécaniques associés aux lésions du LCA ont été réalisées et un large éventail de facteurs de risque de rupture du LCA ont été proposés. Bien que la biomécanique du plan sagittal (telle que la translation tibiale antérieure et la flexion du genou) puisse être le principal mécanisme par lequel le LCA est chargé, la biomécanique du plan frontal et transversal joue également probablement un rôle dans la charge du LCA.

Le LCA est largement considéré comme la principale contrainte à la translation tibiale antérieure, en particulier à un faible angle de flexion du genou (environ 30 degrés ou moins). En revanche, l'activation du quadriceps est une source potentielle de translation tibiale antérieure. Nunley et al.43 et DeFrate et al.44 ont découvert qu'aux angles de flexion inférieurs du genou, le tendon rotulien est orienté vers l'avant par rapport au tibia, ce qui signifie qu'une activation du quadriceps pourrait créer une force dirigée vers l'avant sur le tibia via le tendon rotulien. De plus, l'impact au sol peut créer une force de compression articulaire dans le genou, et certains auteurs45 ont suggéré que cette force pourrait jouer un rôle dans la génération d'une force dirigée vers l'avant sur le tibia en raison de l'inclinaison postérieure du plateau tibial, en particulier lorsque le genou est presque plein. extension. Un faible angle de flexion du genou peut également limiter les effets protecteurs de la cocontraction des ischio-jambiers, étant donné que les ischio-jambiers s'attachent au tibia lorsque le genou est presque en extension complète, inhibant la production d'une force de cisaillement postérieure élevée46 (Figure 36).

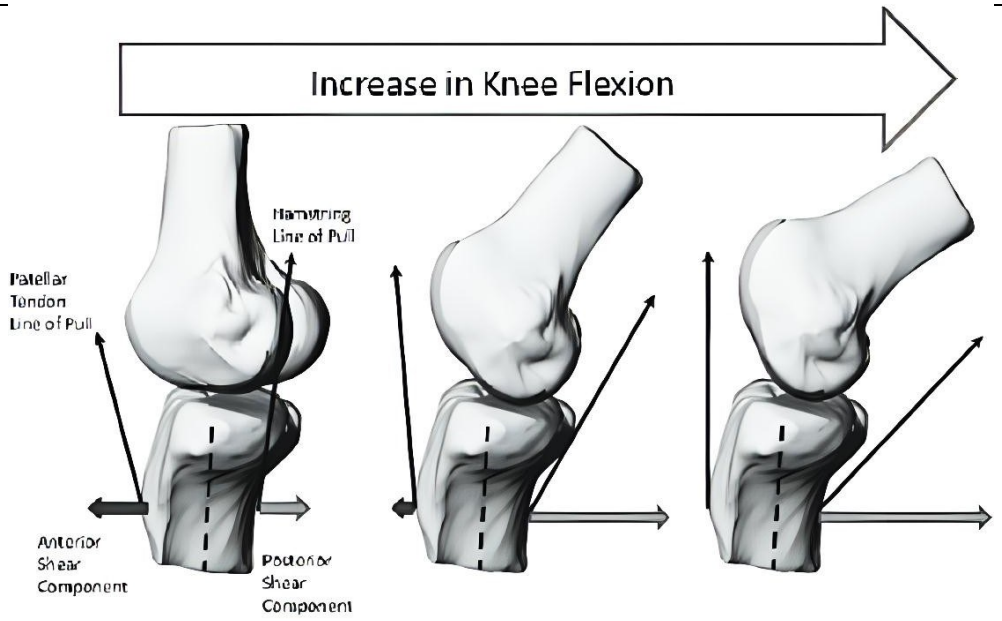

Figure 23: L'angle de flexion du genou réduit l'angle du tendon rotulien, réduisant ainsi la ligne de traction du tibia dans la direction de cisaillement antérieure. Le muscle ischio-jambier protège en grande partie le LCA et sa ligne de traction est plus grande pour produire une force de cisaillement postérieure lorsque le genou est fléchi.

Bien que la force tibiale antérieure soit largement acceptée comme un facteur influent dans la rupture du LCA, l'ajout de charges dans d'autres plans peut encore augmenter la tension du LCA et le risque de blessure. Berns et al.47 ont constaté que l'ajout d'un couple valgus à une force tibiale dirigée vers l'avant générait davantage de contraintes sur le LCA que la force antérieure seule. À l'aide d'une analyse vidéographique, Krosshaug et al.48 ont découvert que l'effondrement dynamique du valgus du genou était le mécanisme le plus courant de lésion du LCA.

Cependant, il est difficile de déterminer le point exact de rupture du LCA à l'aide de l'analyse vidéographique et, plus important encore, les auteurs ont noté la présence d'un valgus. effondrement du genou après l'heure estimée de la rupture. Par conséquent, le collapsus en valgus pourrait être le résultat de la cession du genou après la rupture du LCA, plutôt que le mécanisme de la blessure (Figure 37).

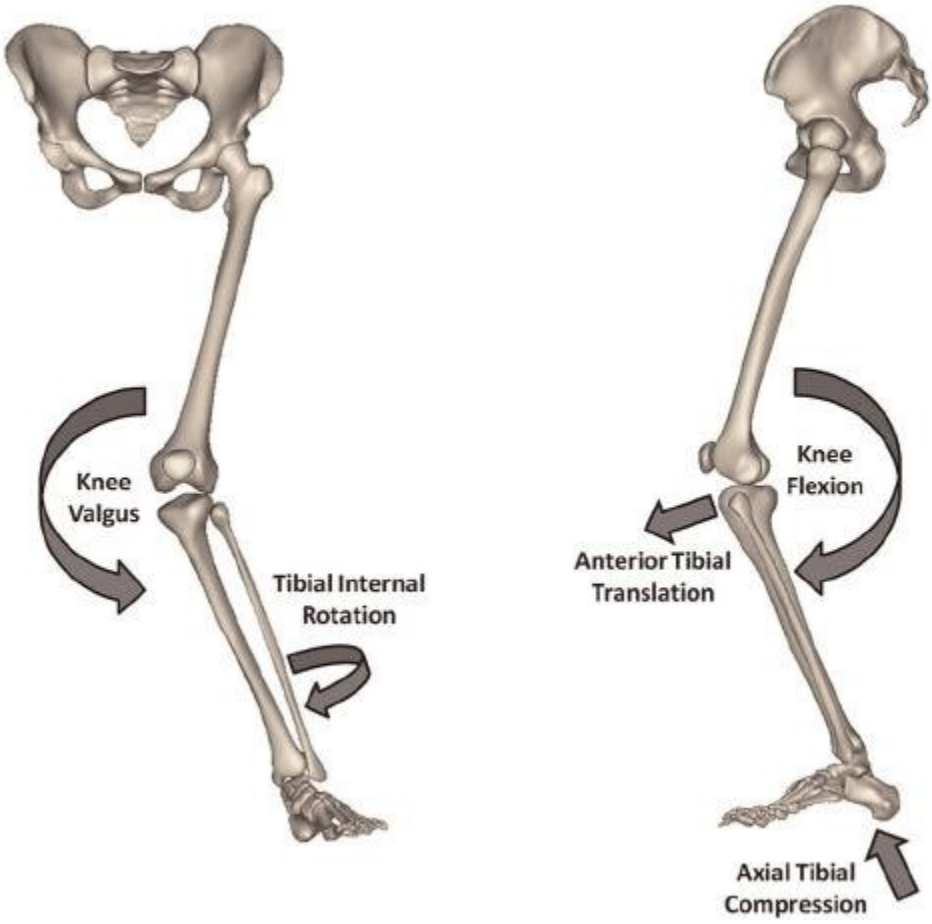

Figure 24: Mécanisme de chargement multiplanaire d'une lésion du ligament croisé antérieur sans contact.

Une cinématique anormale du genou dans le plan transversal a également été étudiée en tant que mécanisme potentiel de lésion du LCA. Markolf et al.49 ont découvert que les LCA des genoux cadavériques subissaient une force de traction deux fois plus importante lorsque la force quadriceps appliquée était combinée à un moment de rotation interne du genou que lorsque la force quadriceps était appliquée seule (Figure 38). D'autre part, il a été démontré que l'application d'un moment de rotation externe du genou combiné à la force du quadriceps réduit la tension du LCA. La rotation externe du genou ne doit cependant pas être exclue en tant que facteur contributif aux lésions du LCA en raison du risque de conflit du LCA contre l'échancrure intercondylienne fémorale50.

Dans l'ensemble, la littérature suggère que ni la cinématique du plan frontal ni la cinématique du plan transversal n'augmentent à elles seules la déformation du LCA, mais la combinaison de ces facteurs de risque avec la cinématique du plan sagittal expose le LCA à un risque plus élevé de rupture.

Dans notre étude, les mécanismes sans contact étaient prédominants et responsables de lésions du LCA chez 78 % de nos patients. Une force de valgus était présente dans 67 % de nos cas, avec une force de rotation externe majoritairement associée dans 45 % contre une force de rotation interne dans seulement 22 % des cas. Un mécanisme isolé d'hyperextension sans contact n'était présent que dans 11 % des cas.

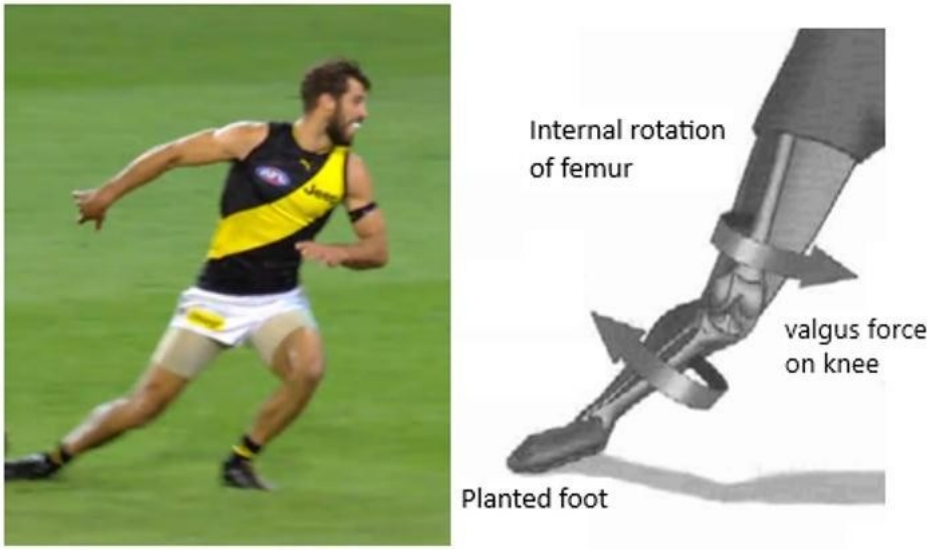

Figure 25: Une force de valgus associée à une rotation externe du tibia est appliquée au genou en flexion

1.3. Étiologie :

La rupture du LCA survient dans 85 % des cas lors d'une activité sportive, plus rarement il s'agit d'un AVM ou d'un accident du travail.

Les principaux sports incriminés associent un mécanisme de rotation externe valgus sans contact, comme (le football, le handball, le tennis, le rugby)51.

Dans l'étude d'Ilahiane et al.52, les accidents sportifs représentaient 75 % des étiologies des lésions du LCA, contre 77 % dans l'étude d'El hassib et al.53 et 89 % dans l'étude de Hocquet et al.54.

Dans notre étude, les accidents sportifs représentaient également l'étiologie la plus fréquente (78

%), comme décrit dans d'autres études, suivi de l'AMIU (22 %). Le sport pratiqué par tous nos patients est le football, qui reste le sport le plus populaire dans notre pays.

1.4. Symptômes :51

La douleur au genou est presque toujours présente ; son intensité n'est pas proportionnelle à la gravité des lésions anatomiques ; elle est influencée de manière significative par l'hémarthrose. Elle est observée entre 57% et 100% dans la littérature52,53,55. Dans notre étude, tous nos patients se plaignaient d'une douleur antérieure au genou.

Une sensation de claquement évoque une rupture d'un ligament ou d'un ménisque, voire une fracture associée. Elle est observée entre 37 % et 50 % dans la littérature52,55. Dans notre étude, 22 % de nos patients présentaient une sensation de claquement.

L'abandon du genou, généralement bien décrit par le patient, est le signe d'une orientation d'une lésion du pivot central et/ou d'un ligament latéral. Elle est observée entre 50% et 100% dans la littérature52,53,55. Dans notre étude, tous nos patients se plaignaient d'un affaissement du genou

Un gonflement, quasi contemporain du traumatisme, est un signe d'orientation de l'hémarthrose secondaire à une rupture du pivot central, mais il peut également s'agir d'une fracture. Elle a été observée dans 11% de nos cas.

Verrouillage intermittent. Elle est observée entre 19% et 100% dans la littérature52,53,55. Dans notre étude, 33 % de nos patients se plaignaient d'un verrouillage intermittent.

1.5. Examen physique :56

L'examen physique est un aspect important du diagnostic initial et du processus de prise de décision en cas de lésions du ligament croisé antérieur (LCA) et il est donc essentiel de connaître les preuves disponibles concernant l'exactitude diagnostique de l'examen physique.

Les trois examens physiques les plus courants permettant de détecter une insuffisance du LCA sont le test du tiroir antérieur, le test de Lachman et le test de changement de pivot.

Les origines exactes du test du tiroir antérieur restent incertaines. L'examen est réalisé patient en décubitus dorsal avec le genou en flexion à 90° (Figure 39). Un résultat de test positif est une translation tibiale antérieure accrue de la jambe impliquée par rapport à la jambe non impliquée. Il a une faible sensibilité et une utilisation limitée pour exclure une insuffisance du LCA avec un résultat de test négatif dans les blessures aiguës mais une sensibilité beaucoup plus élevée dans les blessures chroniques. Ces défauts proviennent de la difficulté à placer le genou à 90° de flexion en raison de la protection musculaire et de l'épanchement présents dans les blessures aiguës, en plus du rôle des muscles ischio-jambiers qui stabilisent le tibia, empêchant la translation antérieure. Enfin, l'anatomie de l'articulation du genou en flexion à 90° peut être responsable d'une interaction « butée de porte » entre la surface convexe du condyle fémoral postérieur et la surface concave du plateau tibial médial et de la corne postérieure du ménisque médial. Il a une spécificité modérée, bien que inférieure à la spécificité des tests de Lachman et du pivot shift. Des résultats faussement positifs peuvent être observés en cas de lésions du LCP où l'affaissement du tibia est considéré comme la position normale.

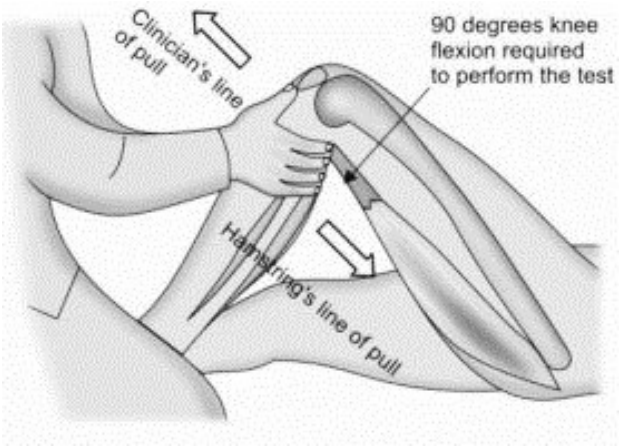

Figure 26: Test du tiroir antérieur.

La première description publiée du test de Lachman a été fournie par Torg et al. en 197657. L'examen est réalisé patient en décubitus dorsal, le genou en légère flexion (entre 20° et 30°), un résultat positif au test de Lachman serait un mouvement antérieur notable du tibia avec un point final qualifié de « mou ». » ou « pâteux » (Figure 40). La principale limite du test de Lachman est la difficulté d'effectuer correctement la manœuvre d'examen par des examinateurs ayant de petites mains ou sur des patients ayant un tour de cuisse important. Il a la sensibilité la plus élevée et constitue le test le plus précis pour les blessures aiguës et chroniques, mais avec une faible sensibilité pour les ruptures partielles du LCA. Il a également une spécificité élevée, précise pour le diagnostic d'une lésion du LCA avec un résultat de test positif.

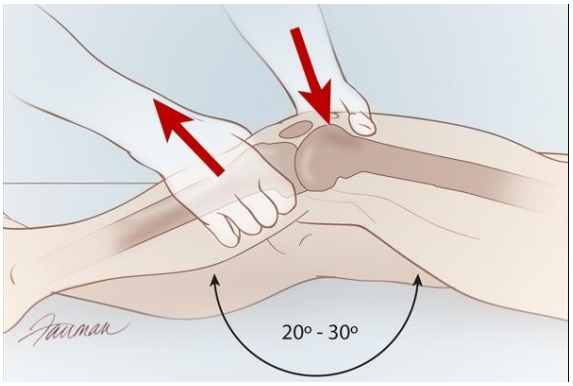

Figure 27: Test de Lachman

Le test de pivotement a été décrit initialement par Galway en 1972 et a été introduit dans les examens cliniques de routine dans les années 198058. Il s'agit d'une manœuvre qui tente de produire une sensation « d'effondrement du genou » résultant d'une insuffisance du LCA due à une subluxation antérieure du tibia lorsque le genou s'approche de l'extension et une réduction soudaine de cette subluxation lorsque le genou est fléchi. Le test consiste à soulever la cheville du patient d'une main et à fléchir le genou en stabilisant la face postérieure du péroné sur la tête latérale du gastrocnémien avec le talon de l'autre main. Ensuite, le genou est étendu, le dessus de la main soutenant le tibia sur le côté latéral et appliquant une légère contrainte en valgus (Figure 41). Le test de changement de pivot est un test plus difficile à réaliser que les deux manœuvres précédentes et des résultats de test faussement négatifs peuvent survenir en raison de l'action musculaire protectrice contre le phénomène de subluxation. De plus, le rattachement du LCA à la partie proximale du PCL ou les blessures concomitantes du MCL peuvent limiter la quantité de force de valgus pouvant être appliquée au genou. Il a la spécificité la plus élevée et donc le plus utile pour diagnostiquer une lésion du LCA avec un résultat de test positif mais avec une très faible sensibilité.

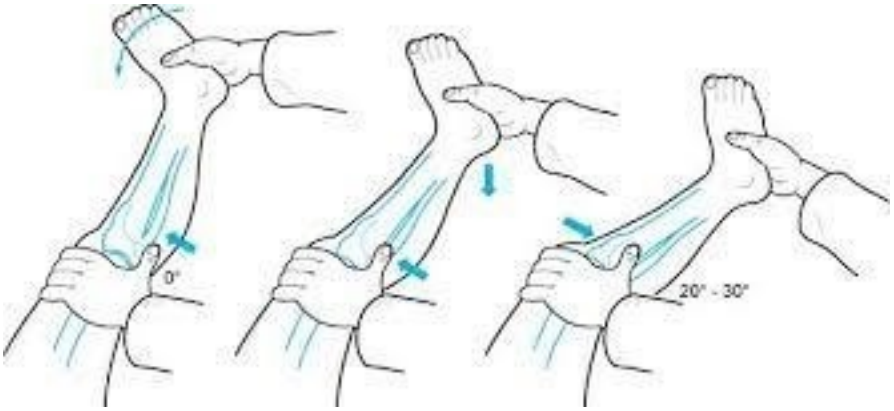

Figure 28: Test de changement de pivot.

Dans notre étude, tous nos patients avaient un test du tiroir antérieur et un test de Lachman positifs. Le test Pivot Shift était positif chez 89% de nos patients.

1.6. Radiographies préopératoires :

Figure 29: Vues AP et latérales du genou.

Nous avons généralement besoin d'une vue antéro-postérieure et latérale du genou (Figure 42).
D'autres radiographies peuvent être nécessaires.
Il est principalement utilisé pour rechercher une fracture, mais également la présence d'une arthrose.

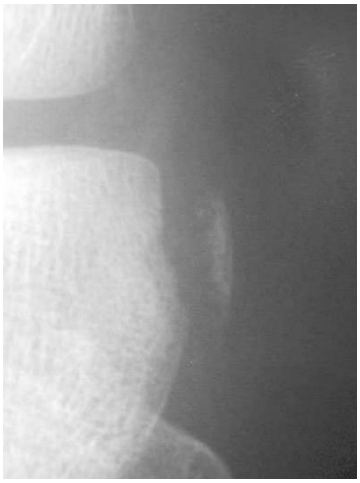

Figure 30: Radiographie AP du genou montrant une fracture du Segond

Une fracture de Segond (Figure 43) est pathognomonique d'une lésion du LCA secondaire à un mécanisme de rotation interne en varus résultant d'une avulsion du ligament méniscotibial externe.

Une avulsion de la colonne tibiale antérieure équivaut à une lésion du LCA. Ce type de blessure est plus fréquent chez les enfants âgés de 8 à 14 ans.

On recherche également une avulsion de l'insertion fémorale du ligament collatéral médial.

Dans notre étude, hormis une arthrose retrouvée sur 22 % des radiographies de nos patients, aucune autre lésion n'a été retrouvée.

1.7. IRM : 59

L'IRM est l'outil de diagnostic le plus couramment utilisé pour les lésions du LCA. Il a été démontré que l'IRM du genou pour les lésions du LCA présente une sensibilité et une spécificité élevées (respectivement 87 à 95 % et 50 à 100 %).60-66

Bien que le LCA puisse être visualisé avec des images pondérées T1 ou T2 sur des vues « standards » dans les plans coronal axial et sagittal, des séquences IRM spéciales, telles que des vues dans les plans coronal oblique et sagittal oblique, ont été développées et permettent une visualisation claire. et une reconnaissance prévisible des ruptures partielles du LCA.67,68

Dans notre étude, nous avons principalement utilisé des séquences pondérées T1 et T2 avec densité de protons supprimées (PD FS), avec des vues standards.

Plusieurs signes directs d'IRM indiquent une perturbation complète du LCA. La discontinuité des fibres du LCA témoigne d'une déchirure complète (Figure 44 et Figure 45). L'apparition d'une rupture aiguë du LCA a été décrite comme une masse œdémateuse avec une augmentation du signal T2 et une morphologie anormale. Après la phase aiguë, le LCA lésé perd parfois son aspect de masse œdémateuse et prend un aspect moins linéaire et fragmenté, comme la perte d'une orientation parallèle à l'échancrure intercondylienne. Dans les cas chroniques, les lésions du LCA ont tendance à montrer une absence de fibres du LCA. Le signe dit d'encoche vide fait référence à un résultat d'IRM dans lequel un signal fluide plutôt que des fibres normales du LCA est observé au niveau du site de fixation proximal. Il est généralement mieux représenté sur les images axiales pondérées en T2.

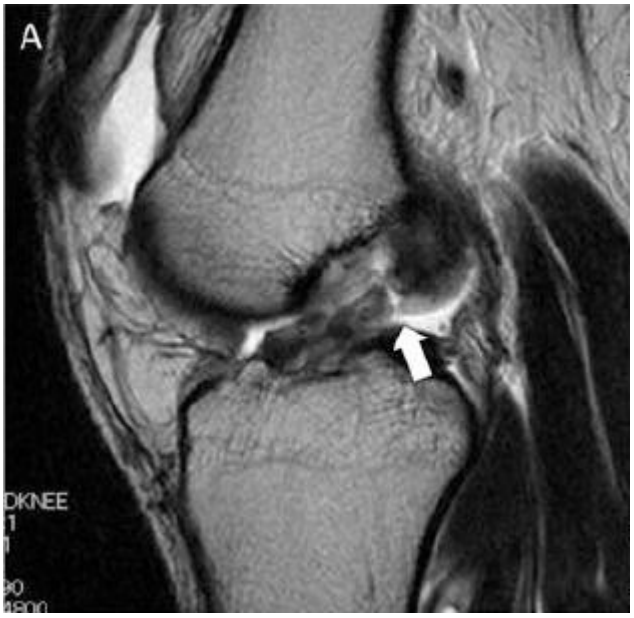

Figure 31: Vue sagittale oblique montrant la discontinuité du LCA (flèche blanche).

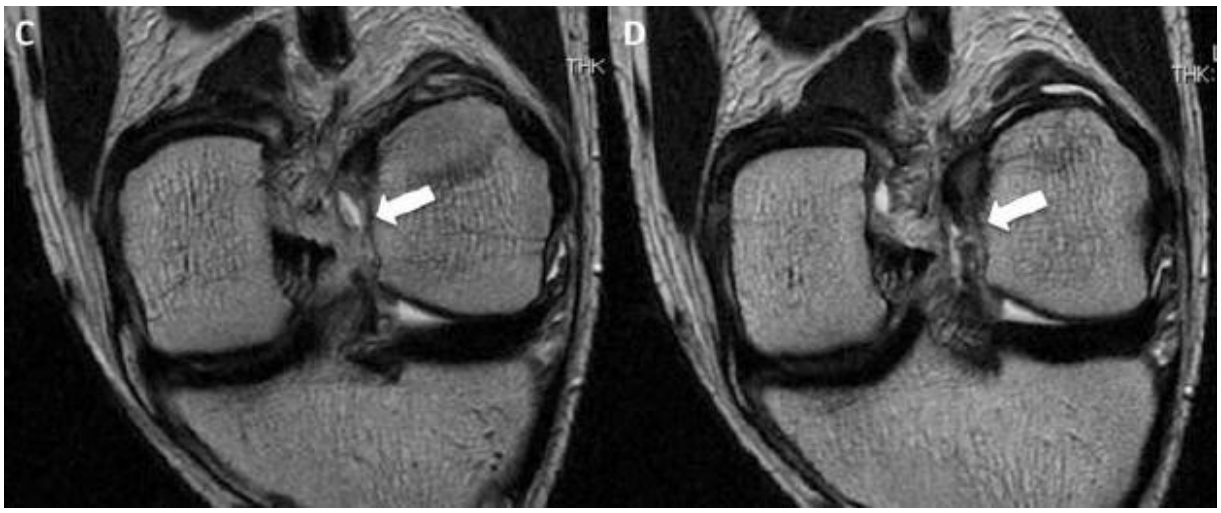

Figure 32:Images coronales obliques de (c) les faisceaux AM et (d) les faisceaux PL montrant une déchirure complète du LCA (flèche blanche).

Dans notre étude, une discontinuité des fibres a été observée chez tous nos patients en IRM, une augmentation du signal en T2 a été observée dans 44% de nos cas et un signal d'encoche vide a été décrit chez 33% des patients.

Plusieurs signes secondaires d'une déchirure complète du LCA ont été décrits, ce qui peut constituer un indice utile pour le diagnostic d'une déchirure du LCA. Les signes secondaires les plus utiles sont la boucle PCL « PCL courbée » (Figure 46) ; un « dévoilement » de la corne postérieure du ménisque latéral ; déplacement antérieur du tibia (plus de 5 à 7 mm, plus prononcé latéralement) qui est indiqué par une ligne tracée à 45° par rapport à l'extrémité postéro-supérieure de la ligne de Blumensaat qui ne coupe pas la partie plate du plateau tibial (Figure 47 & Figure 48) ; un sillon fémoral latéral profond « supérieur à 2 mm » (Figure 49)

; et une contusion osseuse translationnelle dans le compartiment latéral (condyle fémoral latéral et plateau tibial postérolatéral). De plus, l'hémarthrose est souvent associée à une rupture du LCA.

Figure 33: Translation tibiale antérieure conduisant à une déformation du ligament croisé postérieur (LCP). Ainsi, le flambage du PCL indique une déchirure du LCA.

Figure 34: La translation tibiale antérieure est indiquée par une ligne tracée à 45° par rapport à l'extrémité postéro-supérieure de la ligne de Blumensaat qui ne coupe pas la partie plate du plateau tibial.

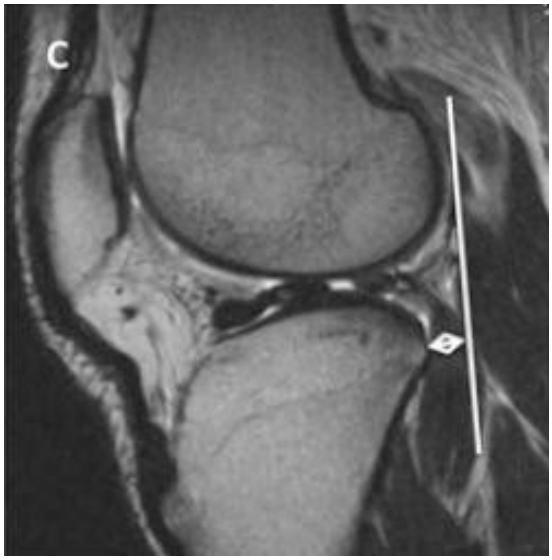

Figure 35: « Signe de tirage antérieur »: Une translocation antérieure du fémur sur le tibia est positive en cas de distance antérieure supérieure à 5 mm entre le bord tibial postérieur et une ligne descendue perpendiculairement à la face postérieure du condyle fémoral.

Figure 36: Sillon fémoral latéral profond (plus profond que 2 mm) (flèche blanche). L'impact sur le condyle fémoral latéral (LFC) a décompressé le condyle fémoral avec ou sans contusion osseuse.

Le signe secondaire le plus courant est une contusion osseuse caractéristique (Figure 50), observée dans jusqu'à 80 % des déchirures du LCA69. L'impact créé entre le LFC et le LTP postérieur se traduit par une augmentation du signal sur les images pondérées en T2. Cependant, il convient de noter que la présence de l'œdème de translation de la moelle osseuse créé par le changement de pivot est révélateur d'une translation tibiale récente, mais pas nécessairement de la présence d'une lésion aiguë du LCA.

Figure 37: Contusion osseuse (flèche blanche). Le mécanisme de changement de pivot a créé un impact entre le LFC et le plateau tibial latéral postérieur (LTP), ce qui a augmenté le signal sur les images pondérées en T2.

Dans notre étude, nous avons observé un signe de translocation tibiale antérieure et un LCP courbé dans 22 % de nos cas. Une contusion osseuse a été retrouvée dans 11 % de notre cas ainsi qu'une corne postérieure découverte du ménisque latéral qui a également été retrouvée chez 11 % de nos patients.

Les autres signes indirects n'étaient pas décrits dans les rapports IRM de nos patients.

De plus, les déchirures du LCA sont souvent associées à des lésions de structures supplémentaires, telles que le ligament collatéral médial, des déchirures méniscales et des fractures de Segond, qui sont des fractures par avulsion capsulaire du plateau tibial latéral, trouvées dans 6 à 13 % des ruptures du LCA.70

Dans notre étude, nous avons noté une rupture du LCP associée dans 11 % de nos cas ainsi qu'une fracture de Segond, une lésion méniscale associée a été retrouvée dans 55 % de nos cas pour le ménisque médial et 22 % pour le ménisque latéral. Une lésion du ligament collatéral latéral de la bourre du genou est également présente chez 22 % de nos patients.

2. Technique opératoire :

2.1. Calendrier de la chirurgie du LCA :

Il est important de définir le moment optimal pour la reconstruction du LCA. Lorsqu'elle est réalisée dans les premières semaines suivant le traumatisme, la présence d'un épanchement articulaire, l'amputation des amplitudes articulaires et le protocole de rééducation affectent les résultats cliniques. En revanche, une intervention chirurgicale précoce vise à accélérer le retour aux activités sportives et professionnelles, avec des conséquences économiques considérables.

Selon une étude réalisée par Shelbourne et al.71, les reconstructions du LCA réalisées au-delà des 3 premières semaines post-lésionnelles présentent un risque plus faible de développer une arthrofibrose par rapport à celles réalisées dans les 3 premières semaines.

Dans leur étude prospective de niveau 1, Bottoni et al.72 ont constaté que d'excellents résultats cliniques peuvent être obtenus après des reconstructions du LCA réalisées dans les 3 premières semaines.

post-blessure à l'aide d'autogreffes d'ischio-jambiers. Bien que les auteurs ne préconisent pas que toutes les reconstructions soient réalisées de manière aiguë, ils ont constaté que les reconstructions précoces du LCA n'entraînent pas de perte de mouvement ni de résultats cliniques sous-optimaux tant qu'un protocole de rééducation mettant l'accent sur l'extension et l'amplitude de mouvement précoce est utilisé.

Une méta-analyse la plus récente des études réalisées par Kwok et al.73 qui utilisaient un protocole moderne de réadaptation accélérée n'a révélé aucune différence significative dans le risque d'effets indésirables entre une reconstruction précoce et retardée du LCA effectuée dès une semaine après la blessure.

En revanche, plus la durée du déficit du LCA est longue, plus l'incidence de lésions chondrales et méniscales secondaires est importante.

Kennedy et al.74 ont constaté un risque significativement plus élevé de déchirure méniscale médiale lorsque la reconstruction du LCA était réalisée 6 mois après la blessure et de modifications dégénératives du genou lors d'une intervention chirurgicale effectuée un an après la blessure. Dans une étude la plus récente, Sri-ram et al.75 ont tiré les mêmes conclusions, en revanche, l'incidence des déchirures méniscales latérales n'a pas augmenté de manière significative avec le temps.

Bien que les comparaisons prospectives fassent défaut, la plupart des auteurs suggèrent que pour éviter le risque de dommages supplémentaires, la reconstruction du LCA devrait être réalisée de préférence dans les 6 mois suivant la blessure.

Dans notre étude, le délai moyen de chirurgie du LCA était de 27 mois après le traumatisme. Ceci s'explique principalement par le retard de consultation de nos patients.

2.2. Sélection du greffon :76

Pendant des décennies, Erickson a popularisé l'autogreffe os-tendon rotulien-os (BPTB), considérée comme la référence en matière de reconstruction du LCA. Cependant, la morbidité au site de prélèvement et la raideur postopératoire ont conduit de nombreux chirurgiens à rechercher des alternatives.

Et, depuis les années 1990, notamment au niveau de deux tendons des ischio-jambiers (HT) : gracilis et semitendinosus77.

Idéalement, le greffon utilisé pour la reconstruction du LCA devrait reproduire les propriétés anatomiques et biomécaniques (Tableau 3) du ligament natif, et permettre une fixation solide et une intégration biologique rapide, avec une morbidité minimale au niveau du site donneur. Les autogreffes BPTB et HT ne parviennent pas à reproduire la complexité du LCA natif, que ce soit sur le plan anatomique (enthèse, forme de ruban torsadé) ou fonctionnel (propriétés ultrastructurales et biomécaniques).

Table 1: Propriétés biomécaniques du ligament croisé antérieur et des greffons[78]

	Force ultime (N)	Rigidité (N/mm)	Section transversale superficie (mm2)
LCA intacte	2160	242	44
Os rotulien greffe d'os tendineux	2977	620	35
Quadruplé greffe des ischio-jambiers	4090	776	53

Les deux types de greffons utilisés dans la reconstruction du LCA ont leur rôle. Il n'existe pas de greffe parfaite : chacune a ses avantages et ses inconvénients; le choix revient au chirurgien. Quelques précisions doivent néanmoins être soulignées, les évolutions techniques récentes en matière de reconstruction du LCA (plastie double faisceau, greffons courts, reconstruction combinée LCA-LAL) favorisent la greffe de tendon des ischio-jambiers. De plus, la greffe de tendon des ischio-jambiers facilite l'adaptation aux résultats peropératoires et la conservation du LCA natif résiduel est plus facile avec la greffe de tendon des ischio-jambiers.

Pour certaines populations spécifiques comme les enfants en pleine croissance, il faut privilégier les greffes de tendons des ischio-jambiers, en raison du risque de troubles de la croissance du site donneur (tibial fusion des plaques épiphysaires des tubérosités et risque de genu recurvatum induit par les bouchons osseux du tunnel transphysaire). De plus, la morbidité au niveau du site donneur peut être un problème dans la greffe BPTB, qui n'est pas recommandée chez les patients qui s'agenouillent fréquemment dans le cadre de leur travail (plombiers, carreleurs...) ou de pratiques religieuses (prêtres, musulmans...).), le recours à une greffe des ischio-jambiers peut donc être plus intéressant pour ces patients.

En revanche, la greffe os-tendon-os rotulien est plus intéressante dans certaines situations, comme par exemple une entorse du ligament collatéral médial (MCL) de grade 3, dans la mesure où elle laisse les tendons des ischio-jambiers intacts pour jouer leur rôle de stabilisation dynamique. . Une autre situation qui donne à la greffe BPTB plus d'avantages qu'une greffe de tendon des ischio-jambiers est la révision de la reconstruction du LCA avec des tunnels osseux correctement positionnés mais avec un défaut osseux utilisant la technique in-out popularisée par Chambat79 qui permet de prélever un gros bouchon de tubérosité tibiale et de l'impacter par press-fit. , contournant le problème du faible stock osseux et des tunnels convergents ; cela évite une chirurgie en deux temps avec remplissage primaire des tunnels par greffe osseuse.

Dans notre étude, tous nos patients ont bénéficié d'une reconstruction primaire du LCA et aucun d'entre eux n'a présenté de lésion ligamentaire collatérale médiale de grade 3 associée, ce qui serait une condition plus avantageuse pour l'utilisation d'une greffe os-tendon rotulien-os plutôt qu'une greffe tendon ischio-jambier. Nous avons utilisé une greffe de tendon des ischio-jambiers pour une reconstruction du LCA en un seul faisceau pour tous nos patients.

2.3. Prise en charge préopératoire :

Elle consiste en une douche utilisant un produit antiseptique la veille ou le matin de l'intervention. Il est recommandé de s'épiler avec une tondeuse à cheveux uniquement à côté des zones d'incisions potentielles.

Un premier brossage antiseptique est appliqué avant l'entrée en salle d'opération, puis un dernier brossage est réalisé juste avant le drapage.

2.4. Installation:

Les repères cutanés sont tracés au crayon dermographique stérile : bords latéraux et médiaux du tendon rotulien, tubérosité tibiale antérieure et épiphyse fibulaire proximale. De même, des incisions cutanées et des points d'entrée arthroscopiques sont dessinés.

Le positionnement du patient est souvent une question d'école ; le geste chirurgical s'effectue sur un genou fléchi à au moins 90°. Il doit permettre toute l'amplitude de mouvement du genou nécessaire à la réalisation de toutes les interventions arthroscopiques du genou. La capacité à maintenir la jambe en flexion maximale lors du forage du tunnel fémoral du LCA est essentielle pour éviter une « éruption » de la paroi postérieure du tunnel fémoral du LCA, pour obtenir une longueur de tunnel fémoral acceptable, pour empêcher la flexion de la broche de guidage fémorale. , et pour protéger le nerf péronier80. Deux options de position du genou lors de la reconstruction du LCA peuvent être utilisées:

• Le genou peut être accroché à un support de jambe sur le côté ou au bout de la table. Une flexion profonde du genou > 120° peut être difficile avec le support de jambe ordinaire. Un support de jambe à profil bas est nécessaire pour obtenir une flexion profonde du genou > 120°.

• Le patient peut également être en décubitus dorsal à l'aide de deux repose-pieds rembourrés fixés à la table d'opération. Le montant distal du pied est positionné pour soutenir la jambe opératoire à 90° de flexion lors du prélèvement du greffon et lors de la préparation de l'échancrure intercondylienne. Le montant du pied le plus proximal est ajusté pour positionner le genou à un minimum de 120° de flexion. Les montants à deux pieds permettent de positionner la jambe pendant l'intervention chirurgicale sans nécessiter un assistant pour tenir la jambe.

Un montant de cuisse rembourré est fixé sur le rail latéral de la table d'opération du côté opératoire au niveau du garrot. Un positionneur de hanche

latéral rembourré est fixé sur le rail latéral de la table d'opération à l'opposé du montant de cuisse, du côté de la jambe non opératoire. Le positionneur latéral rembourré de hanche stabilise le bassin du patient sur la zone opératoire.

table et empêche le bassin du patient de glisser sur la table d'opération lors de l'application d'une contrainte de valgus pour ouvrir le compartiment médial.

Figure 38: Installation du patient.

S'il n'y a pas de contre-indications, un garrot pneumatique est posé en hauteur sur la jambe opératoire, facilitant le prélèvement et la vision intra-articulaire. Il est gonflé à environ 300 mmHg, après vidange vasculaire et peut être laissé en place pendant 2 heures. Elle n'est pas obligatoire et en l'absence de garrot, une pompe articulaire est fortement recommandée pour maintenir une pression intra-articulaire suffisante.

Dans notre étude, tous nos patients étaient installés en décubitus dorsal à l'aide d'un repose-pied rembourré fixé à la table d'opération, réglé pour positionner le genou à un minimum de 120° de flexion, avec un garrot pneumatique placé haut sur le genou. jambe opératoire.

2.5. Type d'anesthésie :16

L'anesthésie neuraxiale, rachidienne ou péridurale, peut être utilisée pour la chirurgie de reconstruction du LCA. Ces blocs centraux permettent un déclenchement rapide, un inconfort minimal pour le patient pendant les procédures

et un soulagement amélioré de la douleur postopératoire immédiate. Éviter l'anesthésie générale pour les interventions simples et complexes du genou en utilisant le blocage neuraxial et en incorporant le blocage des nerfs périphériques pour les interventions plus complexes.

Il a été démontré que les interventions chirurgicales douloureuses réduisent la douleur et les nausées postopératoires ainsi que les admissions inattendues.

Dans notre étude, la rachianesthésie était le seul type d'anesthésie utilisé.

2.6. Récolte et préparation des greffons :81

Les tendons du gracile et du semi-tendineux sont facilement localisés médialement par rapport à l'ATT, roulant sous le doigt. Mais il est parfois difficile de les palper en raison de l'épaisseur importante du tissu sous-cutané ou du petit diamètre des tendons. D'où l'importance de connaître les différents repères anatomiques suivants (Figure 52) :

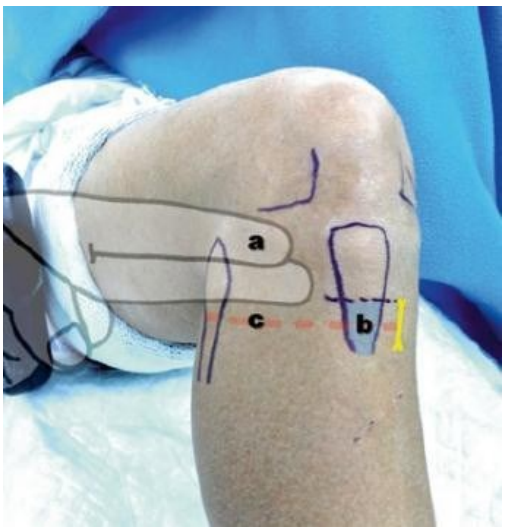

Figure 39: Repères anatomiques pour identifier les tendons des ischio-jambiers : (a) 2 à 3 largeurs de doigts distales par rapport à la ligne articulaire, (b) la moitié inférieure de l'ATT, (c) la ligne perpendiculaire au col péroné.

Certaines études82,83 recommandent de pratiquer une incision oblique pour minimiser le risque de lésions nerveuses. Une incision longitudinale traverse les nerfs sensoriels destinés aux régions infra-patellaire et antéro-médiale de la jambe. Ces branches proviennent du nerf saphène (IPSBN : branche infrapatellaire du nerf saphène) et du nerf cutané fémoral médial (SBSN : branche couturale du nerf sensoriel).

Mais l'implication de ces branches n'a pas un grand impact sur la vie quotidienne d'une part84, et d'autre part lors du retrait du greffon par

stripper85, ces branches peuvent être endommagées de manière proximale. Ainsi, quel que soit le type d'incision choisi, les multiples variations anatomiques des branches nerveuses à ce niveau rendent difficile la détermination d'une zone de sécurité absolue.

Il est recommandé de pratiquer une incision verticale, 15 mm à l'intérieur de la tubérosité tibiale antérieure, d'environ 2 cm, permettant le passage de l'index à travers celle-ci (Figure 53). Ensuite, après une électrocoagulation soigneuse de faible intensité des vaisseaux sous-cutanés, l'espace virtuel entre le fascia crural et le tissu sous-cutané est dégagé à l'aide de l'index. Un assistant équipé de deux petits écarteurs se tient du côté latéral du patient.

Figure 40: Incision cutanée verticale à 2 cm à l'intérieur de l'ATT, permettant le passage de l'index.

Au niveau de leur insertion distale, les 2 tendons du gracile et du semi-tendineux sont aplatis et fusionnés, et s'insèrent environ 2,25 cm à l'intérieur de l'apex de l'ATT. Ils ne se séparent et ne deviennent des structures distinctes qu'à environ 1,8 cm en amont de leur site d'insertion combiné, à environ 4 cm en dedans de l'ATT. Il est donc plus facile de les individualiser de manière proximale86.

S'il est difficile d'identifier ces tendons, il est plus facile de les localiser juste en arrière du ligament collatéral médial superficiel, où ils peuvent être facilement palpés comme des structures rondes, séparées et distinctes.

Ils sont recouverts par le fascia vestimentaire. Il faut alors pratiquer une incision dans son axe longitudinal au dessus de ces 2 tendons. Afin d'éviter toute lésion du gracile, il est préférable de pratiquer l'incision à 5 mm en amont du bord proximal du tendon.

Ce n'est qu'en cas de difficulté à trouver les tendons qu'une incision en forme de L inversé est placée médialement à partir de la face proximale de la ligne d'incision du fascia vestimentaire pour améliorer l'exposition des tendons.

Il est important de ne pas oublier de fermer le fascia Sartorial une fois le prélèvement effectué.

Figure 41: Le GT est identifié en faisant glisser tout instrument solide dans une direction proximale à distale sur le fascia vestimentaire et en sentant une bosse douce. Cela indique la présence du tendon en dessous.

Les tendons sont d'abord libérés de l'insertion distale commune de la jambe ansérine. Le gracilis est identifié, isolé et fortement tiré avec un petit dissecteur courbé à 90°. Il est ensuite libéré de son insertion tibiale. Afin d'éviter sa rétraction de l'incision, le semi-tendineux doit être isolé avec une suture Vicryl #1 (Figure 55).

Figure 42: Avant la libération du GT, le ST doit être marqué avec une suture n°1. Cela facilitera considérablement le prélèvement ultérieur du ST en le tirant vers l'incision chirurgicale.

L'extrémité libre du gracilis est ensuite cousue sur une distance de 30 mm avec un fil de suture n°2 à haute résistance (Figure 56). Ces sutures permettent de les retirer à l'étape suivante ; ainsi, il est généralement évité de tirer avec une pince Kocher agressive. Le gracilis est libéré de ses rares et ténues bandes fasciales en faisant glisser des ciseaux Metzenbaum ouverts. Un décolleur tendineux en boucle fermée est ensuite inséré sur le tendon, et le décolleur tendineux est avancé en veillant à rester dans l'axe longitudinal du muscle, sans à-coups brusques, afin d'éviter une rupture prématurée du tendon (Figure 57). Si le décapant tendineux rencontre une résistance considérable, les adhérences tendineuses peuvent être exclues à l'aide de l'index.

Le prélèvement du tendon semi-tendineux est effectué de la même manière, mais le tendon est généralement plus difficile à prélever, en raison de ses multiples insertions, les plus importantes ont été décrites comme divergeant du semi-tendineux à une distance moyenne de 5,5 cm en amont de l'insertion conjointe. site rejoignant la tête médiale du gastrocnémien87.

Un autre problème important est d'empêcher la rétraction proximale du semi-tendineux lorsque son insertion est libérée en le saisissant avec une pince Kocher à environ 4 cm en dedans du site d'insertion.

Un périostome permet une ablation brutale des fibres musculaires et du tissu adipeux des tendons prélevés avec un faible risque de lésion tendineuse.

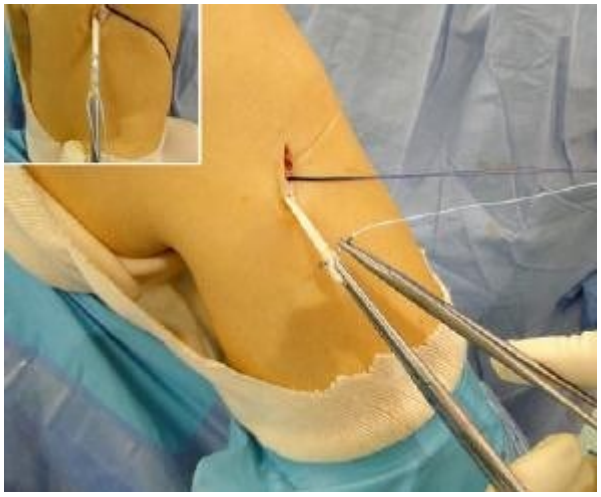

Figure 43: Une fois les insertions GT et ST libérées de leur insertion tibiale, leurs extrémités sont cousues en surjet sur une distance de 30 mm avec une suture #2 haute résistance.

Figure 44: Décapage du gracile par traction sur le tendon.

Les extrémités des deux tendons sont cousues au fouet avec une suture résistante #2 et sur une distance de 30 mm. Une couleur différente est utilisée pour chaque tendon afin de faciliter leur identification ultérieure.

Le transplant est ensuite doublé pour former un quadruple greffon ischio-jambier. En cas de fixation extracorticale avec un bouton, les tendons sont tous deux doublés sur la boucle du bouton, et en cas de fixation par vis fémorale, les tendons sont tous deux doublés sur une suture de traction forte (Figure 58).

Deux sutures étagées uniront les deux pattes du transplant pour aboutir à une structure unique produisant un transplant à quatre brins, au moins dans le segment proximal destiné aux tunnels.

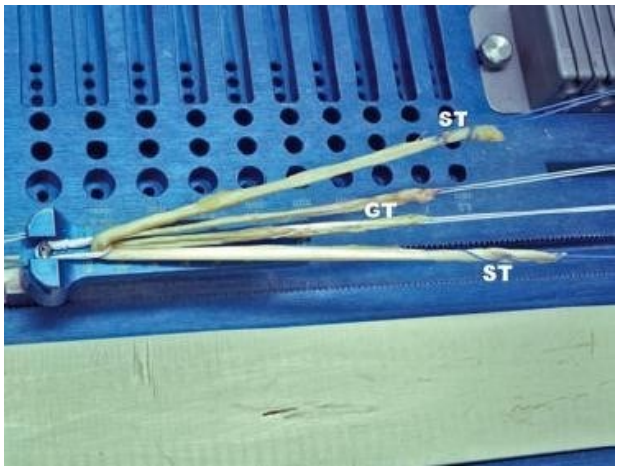

Figure 45: Quadruple greffe des ischio-jambiers. Deux couleurs de suture sont utilisées pour coudre chaque tendon avec la même couleur de suture aux deux extrémités. Dans ce cas, le GT et le ST ont été doublés sur la boucle d'une fixation extracorticale pour former une quadruple greffe des ischio-jambiers.

Ensuite le transplant est passé dans un bloc de calibrage (Figure 59), avec une augmentation de 0,5 mm, afin d'adapter le diamètre des tunnels osseux tibial et fémoral. La partie la plus fine correspond au tunnel fémoral.

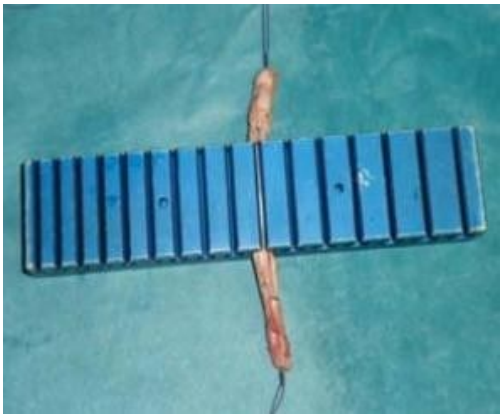

Figure 46: Calibrage du transplant par un bloc de dimensionnement.

Après préparation, on obtient un greffon de 10 à 12 cm de long, suffisamment long pour une double fixation tibiale. Quant au calibre final, il est en moyenne de 7 à 9 mm, exceptionnellement de 10 mm. Dans le cas d'un diamètre inférieur à 9 mm, les plis peuvent être multipliés.

Le greffon est conservé dans une gaze stérile imbibée d'une solution de vancomycine à 5 mg/mL, afin de réduire le risque d'infection88. Les antibiotiques intraveineux ont montré leur difficulté à atteindre des taux tissulaires d'antibiotiques supérieurs à la concentration minimale inhibitrice de Staphylococcus dans le tendon en raison de la mauvaise vascularisation des tendons.

Certaines études ont suggéré que, comme le ST a un allongement à la rupture plastique de 4 à 8 % et un allongement à la rupture de 10 %89, des mécanismes de contrainte postopératoire répétés de différentes activités pourraient conduire à un relâchement secondaire du greffon des ischio-jambiers. Parmi les solutions introduites pour réduire cet effet, une précontrainte peropératoire (15 à 20 N) sur un ancillaire spécifique. Cependant, la prétension est controversée et aucune donnée scientifique concluante n'existe concernant les avantages de la prétension des tendons.

2.7. Exploration arthroscopique :

Avant le début de la reconstruction, une évaluation arthroscopique complète de l'articulation du genou est essentielle pour le traitement des défauts cartilagineux et également pour la préservation du ménisque si nécessaire, guidée par les données de l'imagerie par résonance magnétique préopératoire.

Dans notre étude, l'exploration arthroscopique du genou blessé a révélé dans tous nos cas une rupture complète du ligament croisé antérieur associée à :

- Un LCP blessé chez 1 patient (11% de nos cas)
- Lésion du ménisque médial associée chez 2 patients (22% de nos cas)
- Lésion du ménisque latéral associée chez 1 patient (11% de nos cas)

2.8. Tunnel osseux tibial : 90

La mise en place du greffon dans la reconstruction du LCA à faisceau unique est essentielle pour la survie mécanique du genou et la survie de la greffe, ainsi le choix de la position des deux tunnels a un effet significatif sur les résultats de la reconstruction du LCA.

Pour une position optimale du tunnel, Karlson définit quatre principes majeurs pour réaliser une reconstruction anatomique : restaurer l'anatomie native du site d'insertion, restaurer les deux faisceaux fonctionnels et ils peuvent être restaurés comme un seul greffon "reconstruction anatomique d'un seul faisceau", traiter le comportement en tension du LCA natif et, au moins, individualiser la procédure chirurgicale pour chaque patient.

La reconstruction anatomique du LCA en un seul faisceau est définie comme une reconstruction du LCA en un seul faisceau dans laquelle les tunnels osseux fémoraux et tibiaux sont positionnés au centre des sites de fixation fémoraux et tibiaux natifs du LCA91-94. La mise en place d'un tunnel non anatomique du LCA est l'erreur technique la plus courante conduisant à une instabilité récurrente et à un échec de reconstruction du LCA95-99.

Plusieurs études ont évalué radiographiquement la position des faisceaux AM

et PL et la variabilité des insertions tibiales.

Sur une radiographie de profil, en référence à la ligne d'Amis et Jakob, Colombet100 a constaté que le centre de l'AM était à 36 % et le centre du faisceau PL à 52 %, en utilisant la crête rétro-éminence (RER) comme position de référence. . Cette méthode, différente de la ligne de Blumensaat, est indépendante de la flexion du genou.

Pour Zantop101, le centre du faisceau tibial AM est à 30 % et le faisceau tibial PL est localisé à 44 % selon la méthode de Stäubli et Rauschning.

In vivo, avec des mesures fluoroscopiques, Kasten102 a constaté que pour le groupe à faisceau unique, le centre de l'empreinte tibiale était de 42 ± 6,7 % (35 à 56 %) et 41 % ± 4,4 % (37 à 52 %) de la distance AP par rapport à la distance AP. ligne articulaire médiale et ligne Amis et Jakob, respectivement.

Plus récemment, avec l'utilisation du scanner 3D, certaines publications103,104 ont évalué la position du tunnel tibial dans les directions AP et médio-latérale du plateau (Tableau 4).

Table2: Centre d'attache natif du LCA tibial selon différentes études.

	AP	Med-Lat
Colombet[100] **(X-ray, n = 7)**	AM: 36 +/- 3.8% PL: 52 +/- 3.4%	
Zantop[101] **(X-ray, n = 20)**	AM: 30% PL: 44%	
Kasten[102] **SB group (Fluoroscopy, n = 15)**	41-42%	
Lertwanich[103] **(3D CT, n =52)**	38.7 +/- 11.1%	49.1 +/- 3.2%
Ahn[104] **(3D CT, n =69)**	35.7%	51.45%

L'évaluation arthroscopique est très importante pendant la chirurgie, mais il existe un certain désaccord quant au placement optimal du tunnel en raison de l'hétérogénéité des repères utilisés pour identifier le centre de l'empreinte du LCA tibial. La face postérieure des tissus mous au niveau de l'empreinte du LCA sur la surface tibiale est utilisée comme repère pour la création du tunnel tibial. Il convient également de prêter une grande attention à la face postérieure de la corne antérieure du ménisque latéral et au ligament interméniscal.

Pour Ferretti105, le centre du LCA était 9,1 ± 1,5 mm en arrière du ligament interméniscal et 5,7 ± 1,1 mm en avant d'une ligne projetée depuis le sommet de l'éminence tibiale médiale. Cette éminence tibiale a également démontré une relation constante avec le centre d'insertion tibiale du LCA.

Hutchinson106 a constaté que le centre du LCA est à 10,4 ± 2,4 mm en avant du bord antérieur du LCP et que le bord postérieur de l'empreinte tibiale du LCA est à 6,7. ± 1,2 mm en avant du PCL.

Pour Ziegler107, le centre d'attache du LCA était à 7,5 mm en dedans de la corne antérieure du ménisque latéral, à 13,0 mm en avant de la crête rétro-éminence et à 15,7 mm en avant du LCP.

Kongcharoensombat108 montre que le ligament transverse coïncide avec le bord antérieur de l'empreinte tibiale du LCA dans le plan sagittal. Le ligament transverse est une structure anatomique facilement identifiable et très proche du bord antérieur des attaches de l'empreinte tibiale du LCA.

Hwang109 a effectué une revue systématique de la littérature du 21e siècle pour définir l'anatomie de l'empreinte tibiale du ligament croisé antérieur. Il a conclu que le centre de l'empreinte tibiale du LCA est situé entre 7 et 15 mm en avant du LCP et environ aux deux cinquièmes de la distance interépineuse du LCP. médiale par rapport à l'éminence intercondylienne latérale.

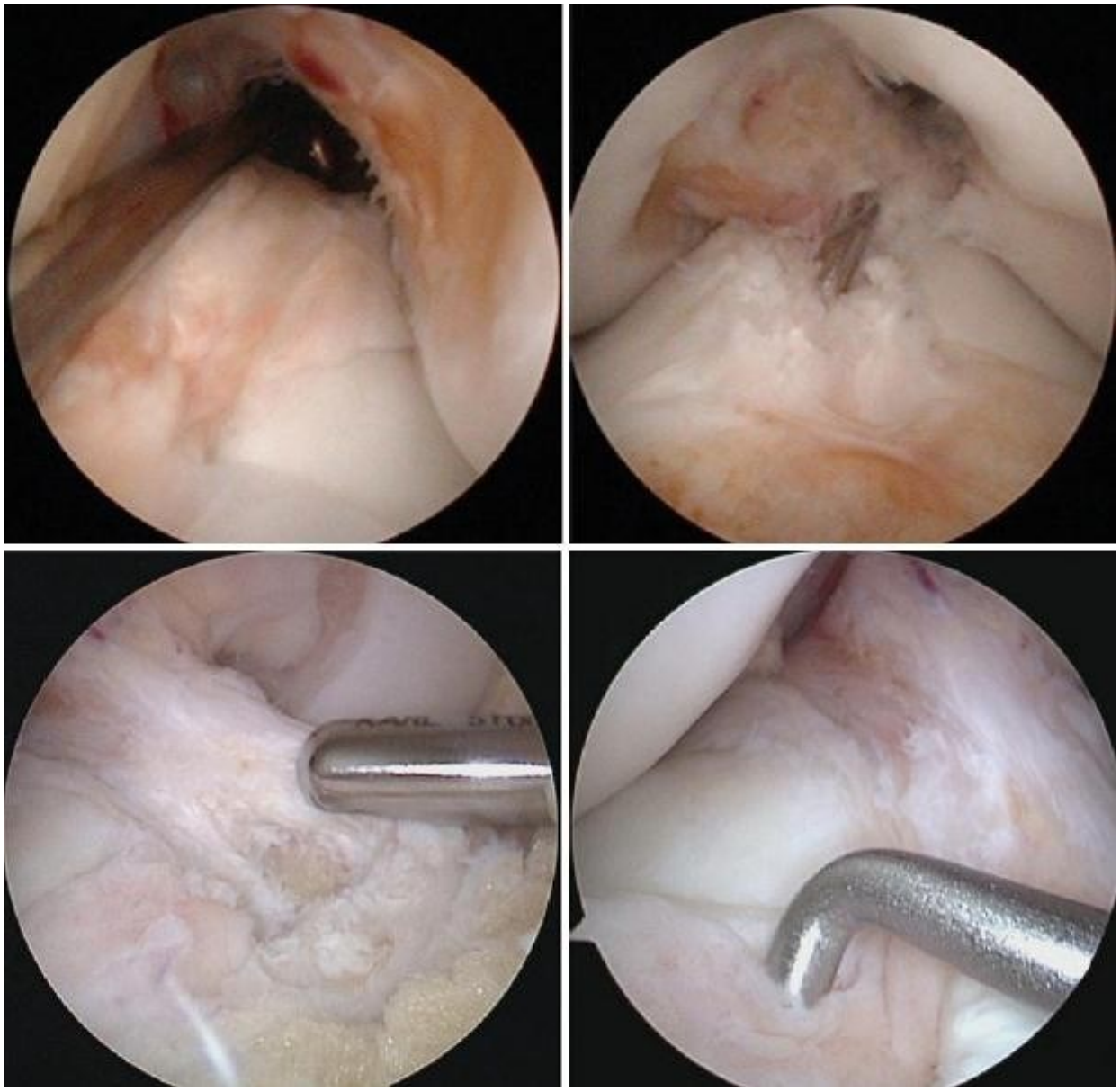

Figure 47: Vue arthroscopique des sites et repères d'insertion tibiaux : le rachis médial, le rachis latéral et la corne antérieure du ménisque latéral et du LCP (genou gauche).

La longueur et la largeur des sites d'insertion natifs du LCA sont mesurées à l'aide d'une règle qui servira de référence lors du perçage du tunnel avec un diamètre approprié. Nous avons conservé autant que possible une partie des restes de l'ACL natif. Borbon110 a justifié la préservation des restes du LCA dans la reconstruction chirurgicale du LCA par quatre effets principaux : elle joue un rôle important dans la résistance mécanique au début de la période postopératoire ; réservation de l'approvisionnement en sang, ce qui peut faciliter le processus de guérison du greffon ; maintien de l'innervation proprioceptive avec des bénéfices évidents pour le résultat subjectif et la reprise du sport ; et enfin, améliorer l'orientation arthroscopique et la mise en place du tunnel osseux au site d'insertion.

Le guide de forage est placé à travers la porte médiale et positionné à l'aide de plusieurs repères décrits précédemment.

Sur le cortex tibial, le point de départ du pin guide avait une certaine pertinence. Pour Morgan111, un tunnel tibial bien fait prend son origine à 1 cm au-dessus du bord supérieur (sartorial) de l'insertion du pied anserinus et coronairement à 1,5 cm postéro-médial du bord médial du tubercule tibial le long de la surface supérieure du pied anserinus ou 4,5 cm. sous le bord articulaire.

Pour éviter le risque d’élargissement du tunnel et de mauvais placement antérieur, la longueur et l’angle du tunnel doivent être pris en compte. Pour Hulet90, le tunnel est bien orienté lorsqu'il présente une position médiale avec une obliquité de 25° dans le plan frontal par rapport à la verticale et une obliquité antéro-postérieure comprise entre 40° et 60° par rapport à l'horizontale. La longueur doit être vérifiée lors du placement du guide de broche ; la longueur idéale du tunnel est de 4 à 5 cm.

La position de la broche a pu être évaluée par imagerie fluoroscopique latérale et AP112-114. En vue latérale, la broche doit être placée sur le plateau tibial à la jonction du tiers antérieur et moyen du plateau tibial. En extension, le tunnel doit être postérieur au prolongement de la ligne Blumensaat, et la face antérieure du tunnel doit suivre le prolongement de la pente antérieure de l'épine tibiale. En flexion, il faut être aligné avec l'ombre radiographique indiquant le toit de l'entaille avec la ligne Blumensaat. Sur la vue AP, la broche doit émerger dans l'articulation sur la pente descendante de l'épine tibiale médiale.

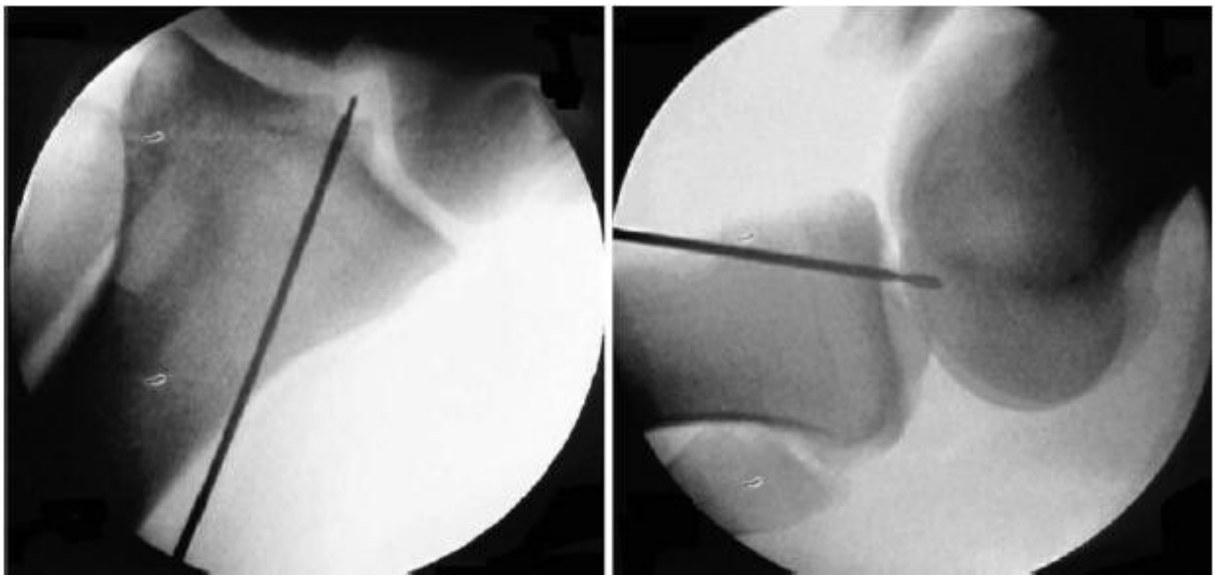

Figure 48: Évaluation fluoroscopique avec vue AP et latérale avant le forage du tunnel.

Lorsque la broche de guidage est placée, le genou est amené en extension pour vérifier s'il y a un conflit entre la broche et l'échancrure intercondylienne. En cas de conflit, une technique appropriée avec une notchplastie doit être réalisée.

Ensuite, le tunnel est foré à la taille appropriée avec un alésoir canulé de la même taille ou 1 mm plus petit que la taille du greffon. Des précautions doivent être prises pendant cette période pour protéger le PCL, la paroi latérale de l'encoche et le condyle fémoral latéral.

Il est également possible d'utiliser un trépan canulé pour percer le tunnel tibial afin d'obtenir un bouchon osseux qui pourrait être utile pour la fixation tibiale d'une greffe des ischio-jambiers.

Le bord intra-articulaire du tunnel pourra être nettoyé au rasoir ou à la râpe, pour être lisse.

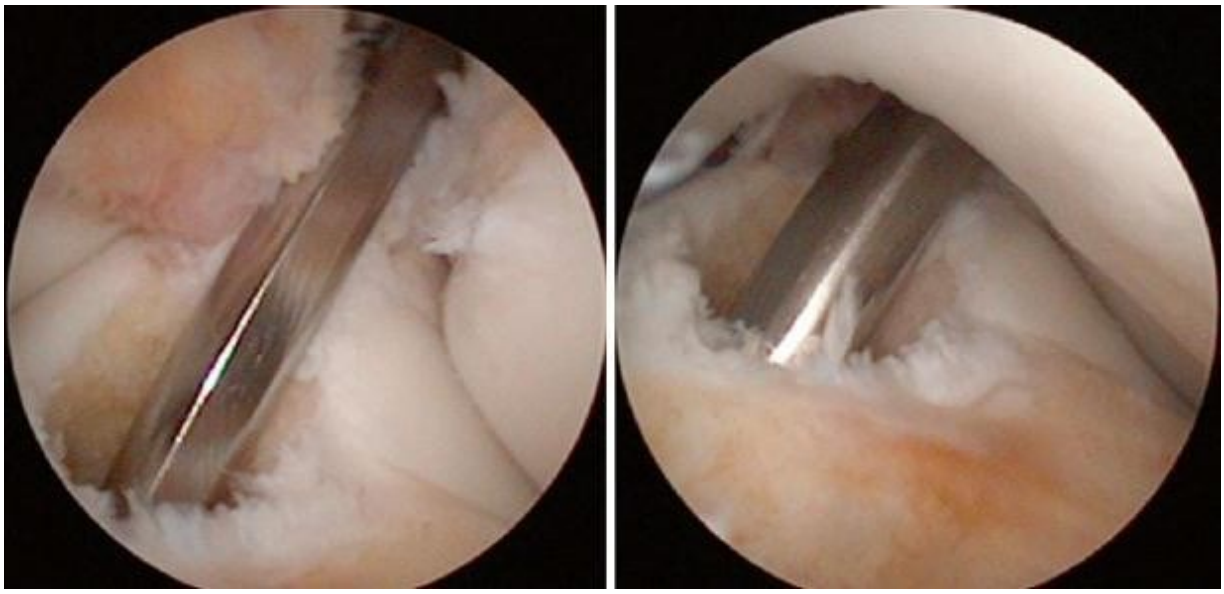

Figure 49: Alésoir canulé en place pour vérifier les conflits en mi-flexion puis en extension complète.

2.9. Tunnel osseux fémoral : 80

Le positionnement du tunnel du LCA représente une partie critique de la procédure chirurgicale, il influence la longueur et la tension du greffon de remplacement du LCA et contrôle donc le succès de la procédure.

Le centre de l'attache fémorale du LCA représente la position choisie pour le tunnel fémoral du LCA dans la reconstruction anatomique du LCA à faisceau unique. Ziegler107 dans son étude a défini le centre du site d'attache fémoral du LCA à 1,7 mm en amont de la crête bifurquée, 7,3 mm au-dessus de la marge du cartilage articulaire inférieur du condyle fémoral latéral et 8,5 mm en avant de cette marge du cartilage articulaire postérieur.

Pour obtenir une vision claire du site de fixation fémorale du LCA et placer le tunnel fémoral du LCA au centre du site de fixation fémorale du LCA, il est essentiel de placer correctement les portes arthroscopiques. La porte antéromédiale (AM) est utilisée comme porte de visualisation principale afin d'identifier l'attache fémorale du LCA, mais aussi pendant le travail, l'instrumentation est insérée via le portail AAM. D'autre part, la porte antéromédiale accessoire (AAM) est utilisée comme porte de travail pour insérer des instruments dans l'encoche et pour forer le tunnel fémoral du LCA avec l'avantage d'augmenter son obliquité, ce qui se traduit par une longueur de tunnel fémoral plus longue et une ouverture plus elliptique.

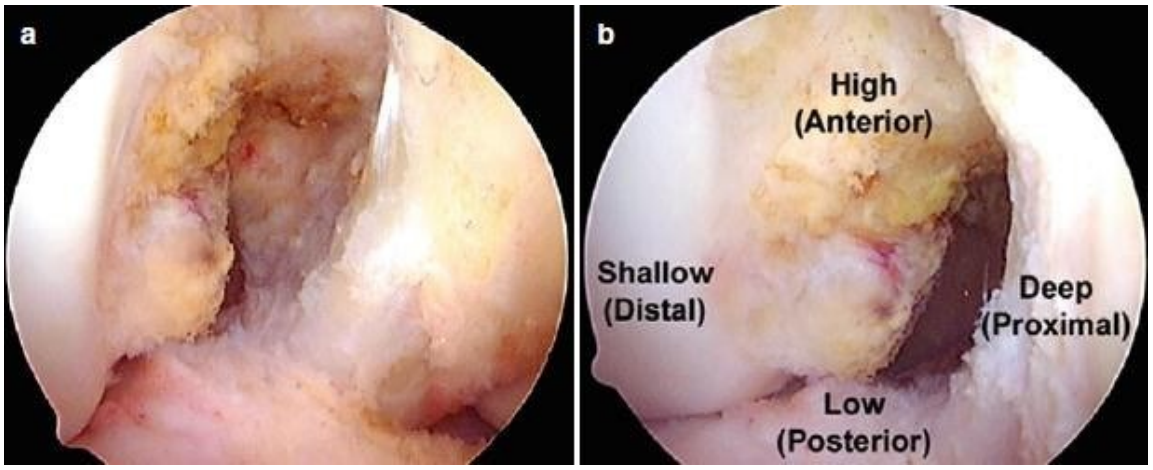

Figure 50: Genou droit à 90°. La vue à travers le portail AL offre une vue tangentielle du site de fixation fémorale du LCA (a). Avec la vue portale AM, l'empreinte fémorale native du LCA est visible le long du tiers inférieur de la paroi latérale de l'encoche (b).

L'encoche intercondylienne est visualisée à travers la porte AL et les restes du LCA déchiré sont réséqués à l'aide d'un perforateur à panier et d'une lame de rasoir motorisée insérée dans l'articulation du genou à travers la porte AM. Une partie du tissu natif du LCA doit être préservée au niveau des sites de fixation fémorale et tibiale110.

Les fibres verticales du bord latéral du ligament croisé postérieur (PCL) au centre de l'encoche doivent être identifiées et visualisées en réséquant une partie du tissu adipeux entourant le PCL avec une lame de rasoir motorisée. La distance entre le bord latéral du LCP et la paroi latérale de l'échancrure intercondylienne peut être mesurée avec une règle du LCA pour garantir qu'il y a suffisamment d'espace pour le greffon de remplacement du LCA. Dans le cas de greffes de LCA volumineuses ou de petites largeurs d'encoche, une plastie murale limitée peut être requis. Cependant, la plastie murale doit être réalisée après le forage du tunnel fémoral du LCA. Il est important de retirer de l'os uniquement dans la zone peu profonde de l'encoche et d'éviter de retirer de l'os dans la zone du tunnel osseux fémoral du LCA pour éviter la latéralisation de la position du tunnel.

Le centre de l'attache fémorale du LCA doit être identifié. Dans la plupart des situations, des restes du LCA natif sont présents pour faciliter la mise en place du tunnel fémoral anatomique du LCA. Un arthroscope 30° est positionné dans la porte AM pour visualiser la paroi latérale de l'encoche, une sonde thermique 90° positionnée à travers la porte AAM marque les limites du site d'attache fémorale du LCA puis un poinçon de microfracture est positionné à travers cette porte AAM pour marquer le centre de l'ACL. Afin de localiser avec précision le centre du LCA, une règle du LCA est insérée à travers la porte AL et est orientée le long de l'axe long du site d'attache du LCA qui est parallèle au plateau tibial dans un genou fléchi à 120°.

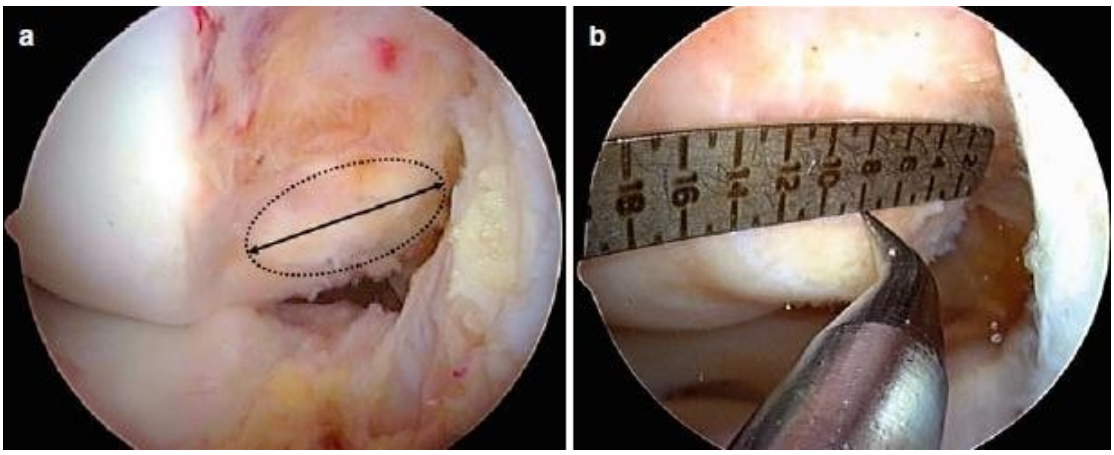

Figure 51: Vue portale AM à 90° de flexion. La marge de l'empreinte native de l'ACL est délimitée par l'ellipse en pointillé et son axe long par la ligne noire (a). Le centre du tunnel fémoral du LCA est marqué par un poinçon à microfracture (b)

L'identification de l'attache fémorale du LCA peut être facilitée en maintenant une flexion de 90° et en plaçant le genou en position en quatre. Cette position ouvrira le compartiment latéral et élèvera le fémur du tibia et du ménisque latéral, offrant une vue supérieure du bord du cartilage articulaire inférieur qui est un repère anatomique pour le bord inférieur du site d'attache natif du LCA, mais protège également la corne postérieure. du ménisque latéral lors du forage du tunnel fémoral du LCA.

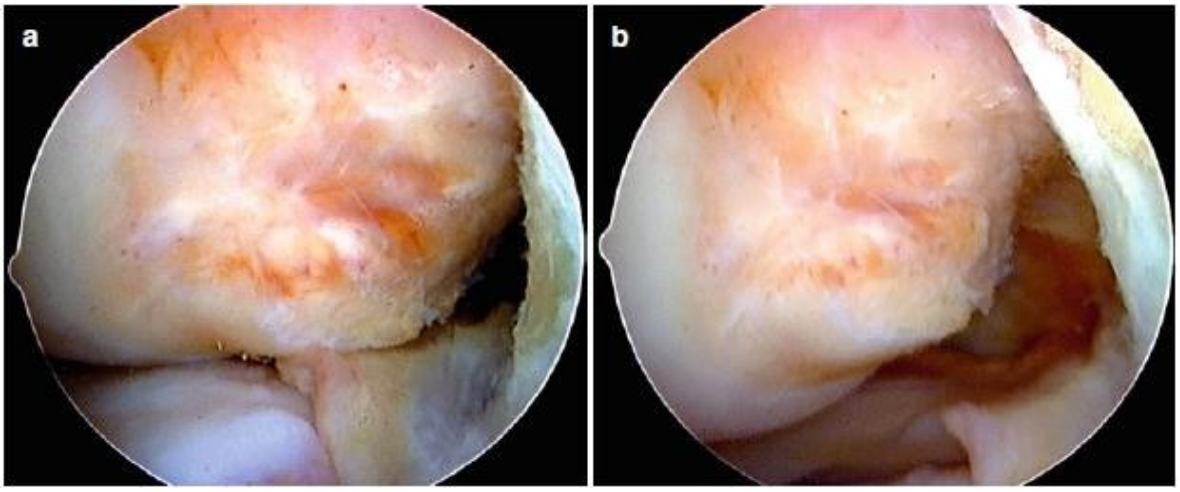

Figure 52: Genou droit. Vue du site d'attache fémorale du LCA avec le genou à 90° de flexion (a) et avec le genou à 90° en position en quatre (b).

Lorsqu'il n'y a aucun vestige du LCA natif, la morphologie osseuse sous-jacente du site de fixation fémorale du LCA peut être utile. La crête intercondylienne latérale est utilisée comme repère anatomique et est plus facilement identifiée en commençant la dissection au bord inférieur du cartilage articulaire et en travaillant dans la direction supérieure (haute) le long de la paroi latérale de l'encoche à l'aide d'une sonde thermique à 90° ou d'un rasoir motorisé. lame insérée dans l'articulation du genou à travers le portail AAM. La crête intercondylienne latérale marque la limite supérieure du bord supérieur du site de fixation fémorale du LCA. Le centre du site de fixation fémorale du LCA dans la partie haute.

La direction basse est à mi-chemin entre la crête intercondylienne latérale et le bord du cartilage articulaire inférieur. Dans certains genoux, il peut être possible d'identifier une deuxième crête osseuse, la crête bifurquée latérale qui sépare les sites d'attache des faisceaux AM et PL mais ne représente pas nécessairement le véritable centre du site d'attache fémoral du LCA. Selon Ziegler et al.107, le centre du tunnel fémoral du LCA dans la direction peu profonde (proximale-distale) se

trouve à 1,7 mm de profondeur (proximal) par rapport à la crête bifurquée latérale. Lorsque la crête bifurquée latérale n'est pas présente ou visualisée, la position peu profonde du tunnel fémoral du LCA peut être déterminée à l'aide d'une règle du LCA.

L'utilisation d'une règle ACL permet de réaliser une intervention chirurgicale spécifique au patient, mais est également utile s'il n'y a pas de restes de l'ACL natif ou en cas de repères osseux détruits. La règle ACL est introduite via le portail AL ou AAM. L'insertion de la règle à travers le portail AL permet d'insérer un poinçon de microfracture coudé à travers le portail AAM, et ainsi de marquer simultanément le site de fixation fémorale du LCA. Cependant, il peut être difficile de positionner la règle ACL plus bas sur la paroi latérale de l'encoche en raison de la hauteur de la porte AL. Cette limitation peut souvent être surmontée en fléchissant le genou à 120° et/ou en plaçant le genou en position en quatre. Si ces manœuvres échouent, la règle doit alors être insérée dans l'encoche via le portail AAM. La règle est positionnée le long de la paroi postérieure de l'encoche, au niveau du bord profond du cartilage articulaire qui représente le point de référence zéro. La longueur de la paroi latérale de l'encoche est mesurée jusqu'au point où la règle du LCA touche le bord peu profond du cartilage articulaire et le centre du tunnel fémoral du LCA doit être situé à une position peu profonde de 45 à 50 % de la distance mesurée. . Ce point a été validé par Bird et al.115 comme une bonne approximation du centre du site de fixation fémorale du LCA. En cas de doute, la distance mesurée de 50 % est réduite de 1 à 2 mm pour éviter de positionner le greffon du LCA trop profondément dans l'échancrure.

À l'heure actuelle, la fluoroscopie peropératoire est la méthode la plus précise pour déterminer et évaluer le placement fémoral du LCA. Une vraie radiographie de

profil du genou positionné à 90° est réalisée. Une vraie radiographie latérale est une radiographie dans laquelle les bords inférieur (postérieur) et profond (proximal) des condyles fémoraux médial et latéral se chevauchent. Bernard et Hertel116 ont décrit un système de grille utilisé pour localiser le centre du site de fixation fémorale du LCA, indépendamment de la taille ou de la forme du genou et ni de la distance entre le tube à rayons X et le patient.

À l'heure actuelle, la fluoroscopie peropératoire est la méthode la plus précise pour déterminer et évaluer le placement fémoral du LCA. Une vraie radiographie de profil du genou positionné à 90° est réalisée. Une vraie radiographie latérale est une radiographie dans laquelle les bords inférieur (postérieur) et profond (proximal) des condyles fémoraux médial et latéral se chevauchent. Bernard et Hertel116 ont décrit un système de grille utilisé pour localiser le centre du site de fixation fémorale du LCA, indépendamment de la taille ou de la forme du genou et ni de la distance entre le tube à rayons X et le patient.

Pour tracer le quadrillage de Bernard-Hertel, on trace d'abord une tangente au toit de l'échancrure intercondylienne (ligne de Blumensaat) et les deux lignes perpendiculaires à celle-ci, une à l'intersection de la ligne tangente avec le bord peu profond du condyle fémoral latéral et l'autre avec l'intersection de la ligne tangente et du bord profond du condyle fémoral latéral. Le condyle fémoral latéral peut être identifié par une indentation au niveau de la marge distale (encoche de Grant) et par le fait que le condyle fémoral médial s'étend plus distal. Après cela, nous traçons une autre ligne parallèle à la ligne de Blumensaat et tangente au bord inférieur des condyles. Le centre du site d'attache fémoral du LCA est situé à un point qui représente 27 % de la ligne de Blumensaat et 34 % de la hauteur de l'échancrure intercondylienne.

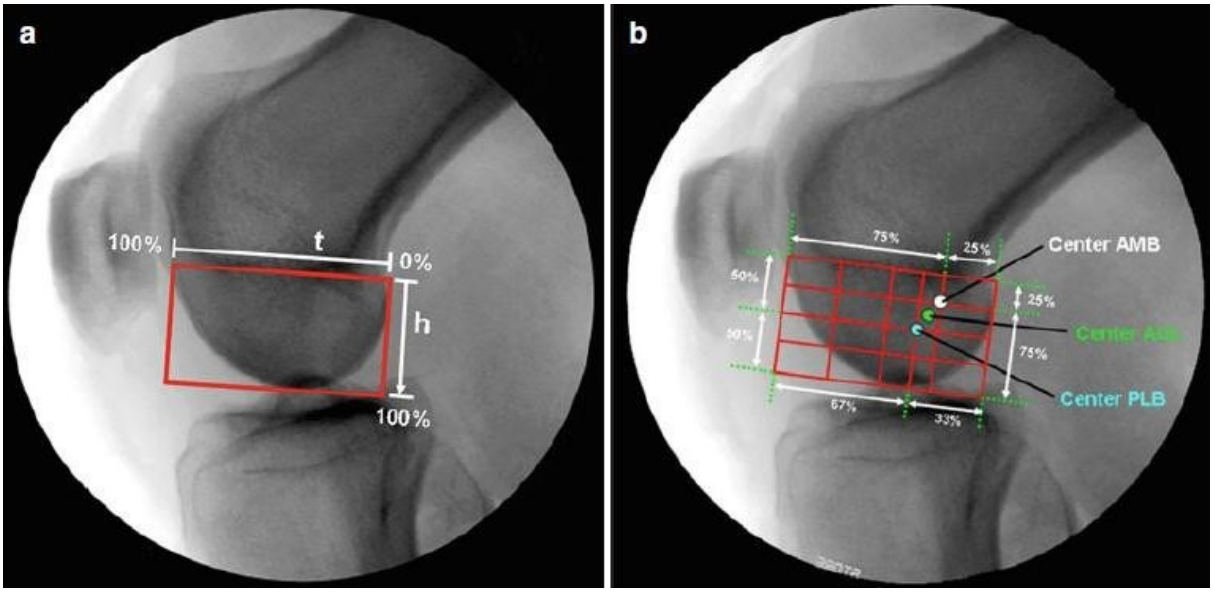

Figure 53: Méthode de la grille de Bernard-Hertel, (t) représente la mesure le long de la ligne de Blumensaat et (h) la hauteur de l'encoche intercondylienne. Le centre de l'attache fémorale du LCA était situé à un point situé à 27 % le long de la ligne (t) et à 34 % le long de la ligne (h).

La position du poinçon de microfracture est ajustée sous guidage arthroscopique et fluoroscopique jusqu'à obtenir la position souhaitée .

Figure 54: Le poinçon de microfracture coudé est positionné au centre du site de fixation fémorale du LCA.

Afin de percer le tunnel fémoral, le genou doit être stabilisé en hyperflexion en bloquant le pied de la jambe opératoire sous le montant plantaire le plus proximal. L'hyperflexion du genou entraîne une perte de distension articulaire due à la compression externe de la capsule articulaire du genou par les tissus mous de la cuisse. Cela peut entraîner un saignement et une perte de visualisation de l'articulation en raison de l'empiétement du coussinet adipeux dans l'encoche. Une solution pour maintenir une distension articulaire et une visualisation adéquates tout en travaillant dans l'encoche avec le genou en hyperflexion consiste à augmenter la pression du fluide de la pompe jusqu'à 120 mmHg. Si l'augmentation de la pression du fluide ne résout pas le problème et que le coussinet graisseux limite toujours la visualisation, une résection limitée du coussinet graisseux doit être réalisée à l'aide d'une lame de rasoir motorisée insérée dans la porte AAM ou AL.

Une tige de guidage graduée à pointe de foret est passée dans l'encoche à travers le viseur fémoral décalé 0° ACL et placée dans la marque de divot laissée par le poinçon à microfracture, puis est enfoncée dans l'os à l'aide d'un petit maillet. Afin d'obtenir une longueur de tunnel fémoral plus longue et une ouverture de tunnel de forme plus elliptique, la poignée du viseur décalé à 0° est lentement déplacée dans une direction latérale et la broche de guidage est enfoncée dans le site de fixation jusqu'à ce que le foret -la partie de la pointe de la broche est entièrement enfouie dans l'os. Après cela, nous forons lentement la tige de guidage graduée de la pointe du foret à travers le condyle fémoral latéral jusqu'à ce que la résistance du cortex fémoral latéral soit rencontrée. Selon la méthode de fixation du greffon envisagée, le forage final du tunnel fémoral est variable mais implique essentiellement l'utilisation d'un foret dimensionné au diamètre mesuré du greffon de remplacement du LCA.

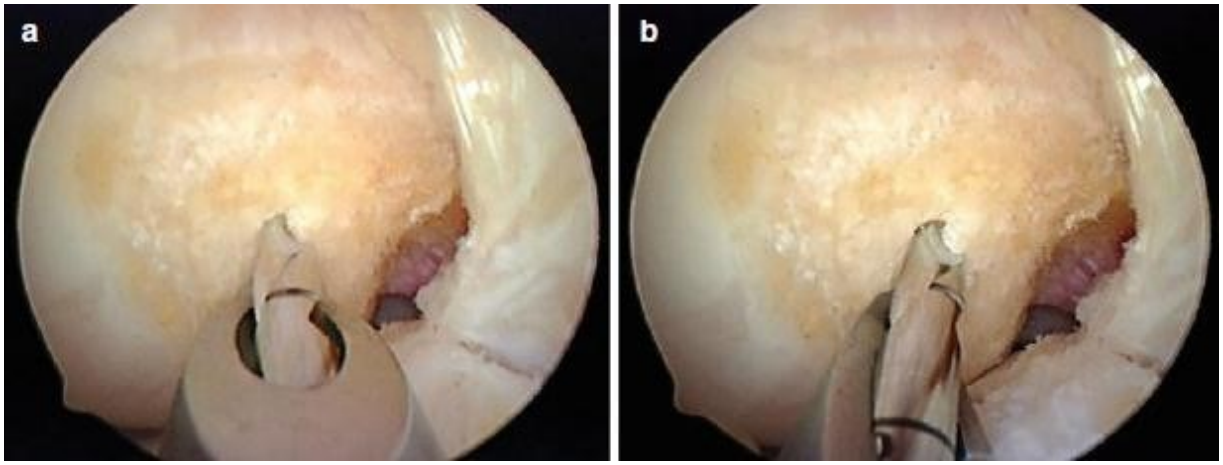

Figure 55: Vue portail AM en hyperflexion. La broche de guidage de la pointe du foret fémoral est orientée perpendiculairement au site de fixation fémorale du LCA (a), contrairement à celle de l'image de droite qui a été inclinée latéralement, ce qui entraîne une orientation plus oblique de la broche de guidage par rapport au site de fixation fémorale du LCA (b).

Une lame de rasoir motorisée est insérée dans le tunnel fémoral via le portail AAM et utilisée pour éliminer les débris osseux de l'intérieur du tunnel fémoral. Le genou est positionné à 90° et le tunnel fémoral du LCA inspecté. Une paroi d'au moins 2 mm doit rester inférieure (postérieure) et l'ouverture du tunnel doit avoir une forme elliptique (Figure 69).

Figure 56: Vue du portail AM à 90°. L'ouverture de forme elliptique du tunnel fémoral du LCA est centrée dans l'empreinte fémorale du LCA.

2.10. Alternative et variantes à cette technique :

La technique transtibiale conventionnelle est considérée depuis des décennies comme la référence en matière de forage de tunnel fémoral. Cependant, cette technique est associée au risque d'entraîner une orientation verticale du greffon. Un autre inconvénient de la technique de forage transtibial est qu'un positionnement excentrique de la broche K dans le tunnel tibial peut entraîner un réalésage iatrogène du tunnel tibial et une expansion de l'ouverture tibiale avec préparation du tunnel fémoral.

Au lieu d'utiliser deux portes médiales, le site de fixation fémorale du LCA peut être visualisé via la porte AL et le tunnel fémoral foré via une porte AM ou AAM. Cette technique peut être avantageuse dans les petits genoux où un encombrement des instruments peut se produire lors de l'utilisation de deux portes médiales. L'endoscope peut être temporairement placé dans le portail AM pour évaluer pleinement l'anatomie du site de fixation du LCA et pour localiser le centre du site de fixation fémorale du LCA.

Le tunnel fémoral du LCA peut être foré à l'aide d'alésoirs flexibles, auquel cas il n'est pas nécessaire d'hyperfléchir le genou.

Le tunnel fémoral du LCA peut être foré en utilisant une technique de l'extérieur vers l'intérieur. Dans cette situation, le point de sortie du fil guide à l'intérieur de l'encoche peut encore être déterminé par les méthodes décrites précédemment. Le genou doit être à 90° de flexion pour visualiser le site d'insertion fémorale du LCA. L'insertion du LCA fémoral est peu débridée et un guide de forage fémoral spécifique est positionné sous contrôle arthroscopique à travers la porte antéro-médiale. Un bras du guide est introduit dans le genou par la porte antéro-médiale, passant entre le PCL et la paroi médiale du condyle latéral. Ce guide est accroché sur le bord proximal du condyle fémoral latéral. Le bras externe du guide

fémoral repose sur la face latérale de la partie inférieure de la cuisse. Une incision cutanée latérale de 2 cm est pratiquée le long de la face latérale du fémur distal, la pointe étant dictée par le guide fémoral. Une fois en place, le guide fémoral permet la mise en place du fil guide.

2.11. Fixation : 117

Le succès de la reconstruction du LCA dépend également de la fixation du greffon. Les propriétés biomécaniques du complexe fémur-greffe-tibia sont plus importantes que celles du greffon lui-même, du point de vue de la situation clinique. Le site de fixation du greffon est considéré comme la partie la plus faible jusqu'à la fin de la cicatrisation du tunnel de greffe, donc une force de fixation insuffisante compromet le ralentissement des exercices physiques de rééducation de phase précoce après la reconstruction du LCA.

L'intégration du greffon de tissus mous dans le tunnel osseux prend généralement plus de temps que l'incorporation du greffon BPTB. D'après des études animales, elle survient entre 6 et 12 semaines après l'intervention chirurgicale.

Pour la fixation fémorale, 3 mécanismes de fixation différents sont disponibles :

- Compression : vis d'interférence
- Expansion : broches croisées qui traversent le greffon
- Suspension : plaques métalliques avec boucles de suture (suspension corticale), ancrage à vis ou à pression (suspension spongieuse), systèmes de fixation transépicondylien (suspension cortico-spongieuse)

La fixation tibiale est généralement considérée comme plus difficile que la fixation fémorale pour au moins deux raisons principales : la densité minérale osseuse est nettement inférieure à celle du fémur distal et les dispositifs de fixation tibiale doivent résister à la tension appliquée parallèlement à l'axe du tunnel osseux tibial. Les dispositifs de fixation tibiale peuvent être distingués comme suit :

• Dispositifs de compression : vis d'interférence.

• Dispositifs d'expansion : ils sont constitués d'une gaine striée extensible à quatre canaux et d'une vis d'expansion conique.

• Dispositifs d'ancrage cortical : agrafes, sutures sur poteau, vis et rondelles à pointes.

• Fixation hybride : c'est une combinaison de dispositifs de compression et de fixation corticale.

Nous pouvons diviser les techniques de fixation utilisées pour la reconstruction du LCA en 2 types principaux, la fixation de type direct et la fixation de type suspension.

La fixation de type direct sécurise le greffon avec un dispositif de fixation sans aucun matériau intermédiaire reliant le greffon et le dispositif de fixation.

L'avantage d'une fixation de type direct est de fixer le greffon au niveau proche de l'insertion originale lors de l'utilisation d'un dispositif de fixation intra-osseux tel que la vis d'interférence. Ce type de fixation peut raccourcir la distance entre le point de fixation fémoral et tibial, augmenter la rigidité du complexe fémur-greffe-tibia et ainsi restreindre efficacement la translation tibiale antérieure.

En revanche, dans la fixation de type suspension, un matériau de suture attache le greffon de tissu mou au dispositif de fixation placé sur la corticale du tunnel fémoral et tibial. Ainsi, ce matériau de suture élastique diminue la rigidité du complexe fémur-greffe-tibia et compromet la laxité antérieure du genou reconstruit, même si l'effet sur les résultats cliniques est inconnu.

Table 3: Force et rigidité initiales de la fixation du greffon à l'aide d'une greffe de tissus mous au site fémoral118,119.

	Charge de rupture (N)	Rigidité (N/mm))
Endobutton CL	1456	201
Bone Mulch Screw	1112	115
Endobutton	1086	79
Rigidfix	868	77
TightRope	859	201
Smartscrew ACL	794	96
BioScrew	589	66
RCI Screw	546	68

Table 4 :Force et rigidité initiales de la fixation du greffon à l'aide d'une greffe de tissus mous sur le site tibial[118,119].

	Charge de rupture (N)	Rigidité (N/mm)
Intrafix	1332	223
WasherLoc	975	87
Tandem spiked washer	769	69
SmartScrew ACL	665	115
BioScrew	612	91
SoftSilk	471	61

Dans notre étude, nous avons utilisé des vis d'interférence pour la fixation du greffon dans le tunnel fémoral ainsi que dans le tunnel tibial.

2.12. Immobilisation:

Le corset post-reconstructif du genou, également appelé corset fonctionnel, est depuis longtemps un sujet controversé. Des appareils orthodontiques sont couramment prescrits après une reconstruction du LCA ; cependant, peu de preuves soutiennent leur efficacité physiologique ou biomécanique.

Risberg et al.120 ont mené une étude prospective randomisée pour évaluer l'effet d'une genouillère après une reconstruction du ligament croisé antérieur. Ils n'ont trouvé aucune preuve que le corset affectait la laxité de l'articulation du genou, l'amplitude des mouvements, la force musculaire, les tests fonctionnels du genou, la satisfaction des patients ou la douleur chez les athlètes portant un corset par rapport aux athlètes qui n'utilisaient pas de corset après une reconstruction du LCA. Cependant, le score du genou de Cincinnati a montré que les patients du groupe avec appareil orthopédique présentaient une fonction du genou

significativement améliorée par rapport aux patients du groupe sans appareil orthopédique au suivi de 3 mois, même si le groupe avec appareil orthodontique présentait une atrophie de la cuisse significativement accrue par rapport aux patients sans appareil orthopédique. -groupe contreventé à 3 mois.

McDevitt et al.121, dans une étude prospective multicentrique randomisée portant sur 100 sujets, n'ont également trouvé aucune différence significative entre les sujets avec et sans appareil orthopédique après une reconstruction du LCA.

Concernant le rôle du corset dans l'amélioration de la proprioception du genou et du contrôle postural après une reconstruction du LCA, Birmingham et al.122 ont conclu dans leur étude que le corset semble améliorer les performances lors de tâches caractérisées par un apport somatosensoriel relativement limité, mais pas lors de tâches caractérisées par un apport somatosensoriel accru. Ainsi, cela remet en question le bénéfice clinique des effets actuels du corset.

Swirtun et al.123 ont réalisé une étude prospective pour évaluer l'effet d'une genouillère fonctionnelle sur les patients déficients du ligament croisé antérieur aigu (LCA) non opérés. Il a constaté que les patients atteints d'un déficit aigu du LCA non opérés ont ressenti un effet positif du corset en termes de sentiment d'instabilité et de rééducation. Cependant, ces résultats n'étaient pas étayés par des résultats objectifs.

Dans notre étude, tous nos patients ont bénéficié d'une genouillère post-reconstructive. Bien que la prépondérance des preuves suggère que les appareils orthodontiques sont inefficaces pour protéger le genou reconstruit du LCA, les appareils orthopédiques augmentent subjectivement la confiance de nos patients.

2.13. Reconstruction simple ou double faisceau : 124

L'un des objectifs de la reconstruction du LCA est la restauration de l'anatomie et de la cinématique natives, car une restauration complète pourrait réduire le risque d'arthrose (OA) à moyen et long terme.

Jusqu'à récemment, la reconstruction du LCA en un seul faisceau constituait l'option chirurgicale standard. Il vise principalement à remplacer le faisceau AM et, ce faisant, restaure majoritairement la translation antéropostérieure (AP).

Aujourd'hui, l'hypothèse la mieux reconnue est que le LCA est composé de deux faisceaux fonctionnels distincts de fascicules, le faisceau antéromédial (AM) et le faisceau postérolatéral (PL). Forts de ces connaissances, des efforts ont été déployés pour développer des techniques permettant de recréer les deux faisceaux en utilisant la reconstruction du LCA en double faisceau. L'ajout du faisceau PL de la reconstruction en double faisceau est censé mieux répondre à la laxité rotatoire et peut ainsi donner une meilleure restauration de la laxité et de la stabilité fonctionnelle ; cependant, elle est plus exigeante sur le plan technique que la reconstruction en un seul paquet.

Lors du diagnostic d'une lésion du LCA en milieu clinique, la laxité AP est le plus souvent mesurée à l'aide du test de Lachman et/ou du tiroir antérieur. Ils sont également souvent utilisés dans la recherche, mais des instruments quantitatifs tels que le KT-1000/2000 ou la navigation sont plus couramment utilisés pour obtenir des commentaires sur le succès de la chirurgie. La synthèse des études91,125–132 réalisées afin de comparer les offres à forfait simple et double

La reconstruction du LCA en faisceau montre que tous les résultats objectifs significatifs sauf deux en termes de laxité AP sont en faveur d'une reconstruction en double faisceau.

Théoriquement, il ne devrait pas y avoir de différence entre les deux techniques chirurgicales en termes de laxité AP, puisque la force de la

reconstruction en double faisceau est principalement de contrôler la laxité rotatoire et non la laxité AP. Pour cette raison, les mesures de la laxité rotatoire constituent la mesure de résultat la plus importante, du moins à court terme. Le test le plus courant accédant à la laxité rotatoire est le test de changement de pivot. Mais, tout comme en termes de laxité AP, les mesures quantitatives sont importantes pour évaluer la laxité rotatoire en recherche. Tout comme pour la laxité AP, la synthèse des études130–136 réalisées afin de comparer les reconstructions du LCA en simple et en double faisceau montre tous les résultats significatifs en faveur de la reconstruction en double faisceau en termes de laxité rotatoire.

Certaines études91,125,127–130,132–138 ont été réalisées afin de comparer subjectivement ces deux techniques en interrogeant directement les patients sur la façon dont ils fonctionnent ou se sentent par rapport à un problème de santé et à sa thérapie, sans interprétation des réponses du patient par un clinicien ou un médecin. quelqu'un d'autre. Ils ont principalement utilisé des scores tels que l'IKDC, le score de Lysholm, le score de Cincinnati Knee et l'échelle d'évaluation de l'activité de Marx. Dans cette synthèse, c'est principalement le score IKDC qui détecte des différences significatives. Les différences significatives de résultats étaient toutes en faveur d'une reconstruction en double faisceau.

Plusieurs études91,125,127,129,133–135,137,138 ont comparé l'amplitude de mouvement (ROM), la force des muscles extenseurs et la force des muscles fléchisseurs. De petites différences sont constatées entre la ROM et la force au suivi final. Peut-être que d'autres facteurs sont plus importants ou qu'il n'y a pas de grande différence dans ces résultats après une reconstruction à simple ou à double faisceau.

L'échec du greffon est probablement l'un des résultats les plus importants lorsqu'on compare la reconstruction à un ou deux faisceaux. Mais entre autres, le

manque de puissance des études trouvées rend difficile l'obtention de différences statistiques. L'erreur statistique de type II est donc courante dans la plupart de ces études. Peu d'études ont évalué le retour au sport et le délai de reprise du sport. Les sept études mesurant la reprise du sport au même niveau n'ont montré aucune différence125–127,139–142, mais deux142,143 des trois études142–144 rapportant le délai de reprise du sport ont indiqué que la reconstruction en double faisceau entraînait une reprise plus rapide du sport.

La plupart des résultats significatifs des études comparant la reconstruction simple et double faisceau sont en faveur de la technique du double faisceau. Il y avait une tendance vers une moindre laxité du genou après une reconstruction en double faisceau. Mais la question est de savoir dans quelle mesure cela est important sur le plan clinique, car les études comparant les résultats subjectifs des deux techniques ne sont pas aussi unanimes.

3. Prise en charge postopératoire :

3.1. Séjour hospitalier postopératoire :

La reconstruction du ligament croisé antérieur (ACLR) est l'une des procédures orthopédiques ambulatoires les plus fréquemment pratiquées aux États-Unis et en Europe.La réalisation d'une ACLR arthroscopique ambulatoire réduit les coûts financiers liés à la reconstruction du ligament croisé antérieur (ACLR) en réduisant la durée d'hospitalisation du patient subissant une ACLR.

La réparation arthroscopique ambulatoire du LCA est une technique courante qui peut être réalisée en toute sécurité par chirurgie sans admission, avec un taux de complications globalement faible, sans différence entre les patients ambulatoires et les patients hospitalisés.145

La reconstruction du LCA peut être réalisée en ambulatoire avec tout type de greffon. Les principaux déterminants d'une reconstruction ambulatoire réussie du LCA sont une stratégie de prise en charge clinique standardisée et un protocole d'anesthésie approprié146.

3.2. Médicaments : 16 147

La reconstruction du LCA assistée par arthroscopie est plus susceptible d'impliquer l'articulation antérieure et médiale pour l'insertion des ports arthroscopiques, la région rotulienne distale et inféro-patellaire pour les incisions cutanées, et la partie proximale-médiale du tibia antérieur ainsi que la région intercondylienne de le fémur, où des tunnels sont percés afin d'ancrer le greffon. Les incisions et dissections supplémentaires pour le prélèvement varieront en fonction du type de greffon utilisé pour la reconstruction et dans notre cas pour la greffe des ischio-jambiers.

Ces zones d'incision, de dissection et de manipulation osseuse suggèrent que chez de nombreux patients, non seulement le nerf fémoral mais également le nerf sciatique assurent l'innervation des tissus affectés par la reconstruction du LCA. En particulier, lorsque les tendons semi-tendineux et gracilis sont prélevés pour une autogreffe, des douleurs postérieures dans la distribution sciatique sont attendues.

Ainsi, fournir une analgésie efficace après une reconstruction du LCA garantit la satisfaction du patient et peut permettre une sortie plus rapide du patient. Un contrôle efficace de la douleur permet de participer à des exercices spécifiés par le chirurgien à la maison et pendant la physiothérapie. De plus, le refus de bouger une extrémité douloureuse peut entraîner une augmentation de l'œdème, de l'arthrofibrose, de la thrombose veineuse profonde, une réhospitalisation et des interventions chirurgicales supplémentaires pour résoudre certains de ces problèmes.

L'utilisation d'un régime purement à base d'opioïdes présente de nombreux inconvénients, tels que des nausées et des vomissements postopératoires et peut être responsable d'un retard dans la sortie de la zone de réveil, d'un séjour hospitalier prolongé et d'une hospitalisation inattendue avec les conséquences économiques qui en découlent. Par conséquent, l'utilisation d'un plan de traitement multimodal présente un avantage dans la gestion de la douleur périopératoire des patients. L'analgésie multimodale intègre divers agents pharmacologiques tels que l'acétaminophène, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), les gabapentinoïdes et les agonistes α-2, ainsi que des techniques non pharmacologiques.

Dans notre étude, une analgésie multimodale a été utilisée pour le contrôle de la douleur, principalement basée sur l'acétaminophène (administré par voie orale ou intraveineuse) et les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) qui ont montré une réduction significative des besoins postopératoires en opioïdes.

L'incidence rapportée de TVP après arthroscopie du genou et reconstruction du LCA varie. Bien que l'incidence globale de TVP et d'EP après reconstruction arthroscopique du LCA soit faible, la réalisation d'une évaluation appropriée des risques pour chaque patient doit faire partie de l'évaluation préopératoire. La thromboprophylaxie peut prendre différentes formes, comme une thromboprophylaxie mécanique utilisant un dispositif de compression séquentielle (SCD), mais son utilisation est principalement limitée au milieu hospitalier, ainsi que des bas de contention qui peuvent être utilisés dans la période postopératoire immédiate pendant que le patient se rétablit à domicile. . La thromboprophylaxie pharmacologique consiste en une

Héparine non fractionnée, héparine de bas poids moléculaire (HBPM), fondaparinux et anticoagulation orale. Un autre facteur à prendre en compte dans le choix des différents types de thromboprophylaxie est le coût associé.

Il n'existe aucune directive spécifique ni consensus sur la durée du traitement prophylactique après arthroscopie du genou. Les études évaluant la durée de la prophylaxie sont contradictoires. Camporese148 n'a trouvé aucun avantage supplémentaire avec un régime d'HBPM de 14 jours par rapport à un régime de 7 jours, mais Marlovits149 a constaté une incidence significativement réduite de TVP avec une durée prolongée d'énoxaparine après la sortie par rapport à une utilisation uniquement à l'hôpital. À l'inverse, on peut argumenter en faveur de la poursuite de la prophylaxie contre la TVP jusqu'à ce que le patient ait atteint un certain niveau de mobilité, par exemple jusqu'à ce qu'il soit capable de supporter son poids ou jusqu'à ce qu'il n'utilise plus de béquilles.

Dans notre étude, nous avons préféré recourir à une thromboprophylaxie par HBPM.

3.3. Rééducation:

Le protocole de rééducation joue un rôle important dans la réussite d'une reconstruction du ligament croisé antérieur et permet au patient de retrouver son niveau sportif d'avant la lésion.

Les propriétés structurelles du ligament de cicatrisation sont déterminantes pour la stabilité de la reconstruction avant, pendant et après l'intégration osseuse des greffons de ligament croisé antérieur et doivent être prises en compte lors du protocole de rééducation. Mayr et al.150 ont montré que la stabilité des greffes de ligaments synovialisés est significativement inférieure à celle des greffes de tendons rotuliens non synovialisés après 12 semaines. Toutefois, cette différence est compensée après 24 semaines. Au cours de l'étude de 24 mois réalisée par Zoran et al.151 qui comparait entre les greffes de ligament rotulien et les greffes quadruplées de tendons des ischio-jambiers, il n'y avait pas de différences significatives dans la stabilité clinique du genou et dans l'utilisation des deux greffes, ce qui confirme les résultats de l'étude précédente.

Dans le passé, les programmes de rééducation se concentraient uniquement sur les exercices de résistance. Les programmes de rééducation actuels se concentrent non seulement sur des exercices de renforcement, mais également sur des exercices de contrôle proprioceptif et neuromusculaire afin de fournir un stimulus neurologique pour une stabilité dynamique.

Certaines études, comme celle réalisée par Wilk et al.152, mettent en avant les avantages de commencer le processus de rééducation immédiatement après une lésion du LCA, en mettant l'accent sur la réduction de l'enflure et de l'inflammation ; améliorer le mouvement; reprendre le contrôle des quadriceps ; permettant une mise en charge immédiate ; et restaurer l'extension passive complète du genou et, progressivement, la flexion. Le but de la rééducation préopératoire est de préparer le patient mentalement et physiquement à la chirurgie.

Dans la phase précoce (0 à 6 semaines) de rééducation après la reconstruction du LCA, la réduction de la douleur, les actions décongestionnantes et anti-inflammatoires, la restauration de la mobilité libre de l'articulation du genou et le contrôle neuromusculaire sont particulièrement importants. L'inhibition musculaire arthrogénique (IAM) est un facteur limitant dans la rééducation des lésions articulaires. Il en résulte des déficits de force, souvent longtemps après la guérison. Cela provoque une atrophie et empêche d'effectuer les exercices actifs précoces nécessaires pour favoriser la guérison. Une réduction de l'AMI permettrait à l'athlète blessé d'effectuer des exercices actifs dans un environnement contrôlé, facilitant ainsi la guérison et prévenant la diminution de la force et de la masse musculaire. En cas d'épanchement important, une ponction du genou est recommandée pour réduire la distension capsulaire et l'IAM associé. La cryothérapie aide à contrôler la douleur et l'inflammation ainsi que l'ingestion d'AINS. L'élévation des jambes en position couchée empêche l'augmentation du gonflement des tissus mous. Le

mouvement actif du pied et la tension des fléchisseurs du genou peuvent même commencer le jour de l'opération. Au cours des 2 premières semaines, l'entraînement des muscles extenseurs du genou doit être effectué uniquement avec des exercices isométriques en chaîne cinétique fermée (plage de sécurité de 0 à 50°), afin d'éviter une translation accrue et d'endommager le greffon. Les exercices en chaîne ouverte sont sans danger à partir de la semaine 2 dans une plage de 100 à 50° sans poids supplémentaire.153-155

La littérature soutient la mise en charge immédiate après une reconstruction du LCA en raison de la réduction de la douleur antérieure du genou et de l'absence d'effets sur la stabilité de l'articulation du genou153. Les avantages postopératoires précoces en matière de mise en charge sont la nutrition du cartilage, la facilitation de la réorganisation du collagène pendant la cicatrisation et la possibilité pour les tissus osseux et mous du genou de répondre à une charge physiologique normale156. La plupart des patients reviennent en pleine charge entre le 7ème et le 14ème jour postopératoire. Un contrôle neuromusculaire suffisant et une démarche sans boiterie sont des critères pour marcher sans béquilles157.

Le « comment » des programmes d'entraînement de force musculaire des quadriceps et des ischio-jambiers les plus efficaces après une reconstruction du LCA en termes de protection du greffon de guérison et de gain simultané de force musculaire a été abordé dans de nombreuses études. Une revue publiée récemment a montré que la charge du LCA est généralement plus importante lors des exercices OKC que lors des exercices dans un système CKC. De plus, il a été démontré que dans les systèmes OKC et CKC, les exercices dans une plage de flexion de 10 à 50° produisent plus de charge sur le LCA que dans une plage de flexion du genou de 50 à 100°. La technique d'exercice elle-même (position du tronc, position des pieds, etc.) peut également influencer l'étendue de la charge sur le LCA158.

Des exercices de presse pour jambes avec une charge maximale d'un tiers du poids corporel et une ROM E/F 0-40-90° peuvent commencer au cours de la semaine 2. De plus, les muscles du pied et de la cheville doivent être entraînés pour être stabilisés. Les étirements sous la direction du thérapeute sont utiles pour prévenir les déséquilibres musculaires. L'entraînement neuromusculaire devrait commencer dès que la mise en charge complète est possible152,159,160. Le patient est autorisé à commencer à faire du vélo sur un ergomètre à faible résistance lorsqu'il atteint une flexion du genou de 100°. Cela facilite la flexion par un mouvement continu. Les exercices de coordination, l'aquajogging, le fait de monter sur un monte-escalier et les exercices de stabilisation sur une jambe amélioreront la fonction du genou.153 Les exercices de saut ne doivent pas être effectués pendant les 6 premières semaines postopératoires en raison de l'absence de proprioception du transplant. Les tests de stabilité, les tests isocinétiques et la flexion des jambes pour l'entraînement des quadriceps ne sont pas recommandés pendant les 8 premières semaines suivant la chirurgie.157,160

La phase intermédiaire (6 à 12 semaines) comprend la résolution des déficiences telles que l'enflure, la douleur à l'aide de la cryothérapie et le manque d'amplitude de mouvement (ROM) et la normalisation de la force musculaire des membres inférieurs à l'aide de techniques de thérapie manuelle pour effectuer les activités de la vie quotidienne sans interférence dans le processus de guérison. de la greffe.Dans la phase intermédiaire, l'accent est mis sur les exercices CKC pour augmenter la stabilité articulaire et minimiser la charge sur le greffon de cicatrisation. Au début de cette phase, une légère résistance entre 0° et 50° d'angle de flexion du genou doit être utilisée.

À mesure que la douleur et l'enflure diminuent, les angles de flexion et la résistance du genou peuvent être augmentés. L'entraînement neuromusculaire est essentiel à la récupération fonctionnelle et à la prévention d'une nouvelle lésion du LCA. Il peut optimiser le schéma d'activation musculaire et peut donc controller translation articulaire anormale lors d'activités fonctionnelles.155,157,161

L'entraînement neuromusculaire de la phase intermédiaire consiste en des exercices d'équilibre statique et dynamique. Les exercices d'équilibre statique peuvent inclure une position sur une ou deux jambes sur des surfaces planes avec progression vers des surfaces instables. Les exercices d'équilibre dynamique comprennent des mouvements de pas dans différentes directions sur des surfaces planes ou instables dans le but de maintenir le genou stable pendant la phase d'atterrissage. De plus, l'entraînement neuromusculaire devrait inclure des exercices plus complexes simulant des schémas de mouvements fonctionnels.

À la fin de cette phase, la marche avec une démarche normale et les activités sportives de faible intensité (c'est-à-dire sans activités sportives pivotantes) devraient être possibles.

La phase tardive de la rééducation se concentre sur le rétablissement de la stabilité dynamique des articulations afin de permettre des schémas de mouvements fonctionnels, nécessaires à la fois aux activités sportives de bas niveau et de haut niveau. La stabilité dynamique du genou est définie comme la capacité de l'articulation du genou à rester stable lors de charges changeantes rapides se produisant lors d'activités telles que la course, le saut et les manœuvres de coupe et est assurée par le système neuromusculaire157. L'entraînement en force musculaire et l'entraînement neuromusculaire doivent être poursuivis dans cette phase en mettant un accent particulier sur les déficits individuels qui doivent être identifiés.

4. Suivi :

4.1. Évaluation subjective :

Différents scores ont été développés pour évaluer les résultats de la chirurgie du ligament croisé antérieur, permettant une évaluation subjective avant et après une reconstruction du LCA, comme le score IKDC, le score de Lysholm, le score du genou de Cincinnati et autres. Une étude réalisée par Johnson et al.162 a révélé que le score de Lysholm était celui le plus utilisé, en raison de son ancienneté et de son utilisation comme échelle de référence lors d'études comparatives. Ainsi, il a recommandé d'utiliser l'échelle de notation du genou Lysholm II et le score d'activité de Tegner pour le suivi clinique des patients et comme référence en matière d'évaluation. les mesures futures pourront être comparées.

Gifstad et al.163 ont réalisé une étude prospective randomisée portant sur un total de 114 patients présentant une rupture symptomatique du LCA afin d'évaluer les résultats à long terme de la reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) à l'aide d'une greffe os-tendon-os rotulien (BPTB) ou d'un ischio-jambier. greffer. Un suivi a été effectué après un, deux et sept ans. Le score de Lysholm postopératoire moyen était de 91 pour le groupe greffe BPTB et

93 pour le groupe de greffe des ischio-jambiers. Ainsi, la majorité des greffes BPTB et des greffes ischio-jambiers produisent des résultats cliniques excellents ou bons pour les reconstructions du LCA après un suivi de sept ans.

Une autre étude prospective randomisée à long terme a été menée par Sajovic et al.164 pour déterminer les différences entre les matériaux de greffe. Dans le groupe greffe ischio-jambiers, le score moyen de Lysholm était de 95 (extrêmes : 84-100) et dans le groupe tendon rotulien, le score moyen était de 94 (extrêmes : 84-100). Il a conclu que les autogreffes de tendons ischio-jambiers et rotuliens

fournissaient de bons résultats subjectifs et une stabilité objective à 11 ans.

Leys et al.165 ont mené une étude prospective de 15 ans pour comparer la reconstruction du LCA à l'aide de greffes des ischio-jambiers et des greffes de tendon rotulien. Lors de l'évaluation à 15 ans, il n'y avait pas de différence significative entre les 2 groupes, le groupe HT ayant une moyenne de 93 et le groupe PT ayant une moyenne de 89. Par conséquent, la reconstruction du ligament croisé antérieur par autogreffe ipsilatérale continue de montrer d'excellents résultats. en termes de satisfaction des patients, de symptômes, de fonction, de niveau d'activité et de stabilité. L'utilisation de l'autogreffe HT montre cependant de meilleurs résultats que l'autogreffe PT dans toutes ces mesures de résultats.

Inderhaug et al.166 ont réalisé une étude pour évaluer les résultats à long terme après reconstruction du LCA avec autogreffe des ischio-jambiers et forage fémoral transtibial. Le score moyen de Lysholm était classé bon (89) au recul de 10 ans.

Dans notre étude, le score moyen de Lysholm était de 88 classé bon, ce qui est proche des résultats des autres séries.

Tableau 5 : Le score de Lysholm moyen calculé dans différentes études par rapport à notre étude

	Greffe ischio-jambier	Greffe BPTB
Gifstad et al.[163]	93	91
Sajovic et al.[164]	95	94
Leys et al.[165]	93	89
Inderhaug et al.[166]	89	
Notre étude	88	

4.2. Évaluation objective :

Les résultats objectifs comprennent principalement l'évaluation clinique des ligaments et l'évaluation de l'amplitude de mouvement. Le LCA reconstruit est généralement évalué cliniquement avec le test de Lachman et le test de changement de pivot ainsi que des tests instrumentés avec l'arthromètre KT-1000.

Le test de Lachman évalue le genou par rapport au genou controlatéral. Le grade 0 ne fait aucune différence, le grade 1 correspond à une laxité de 1 à 5 mm, le grade 2 correspond à une laxité de 5 à 10 mm et le grade 3 correspond à une laxité supérieure à 10 mm.

Dans l'étude réalisée par Gifstad et al.163, un déficit d'extension de 5° ou plus a été observé chez 8% des patients du groupe tendon ischio-jambier et 5% du groupe BPTB. Un déficit de flexion de 5° ou plus a été observé chez 17 % dans le groupe tendon ischio-jambier et 10 % dans le groupe BPTB. 33 % des patients du groupe tendon ischio-jambier et 37 % du groupe BPTB ont eu un test de Lachman de grade 1. 2 % des patients de chaque groupe ont subi un test de Lachman de niveau deux. La différence moyenne d'un côté à l'autre lors du test de force manuelle maximale KT-1000 était de 1,4 mm dans les deux groupes.

Dans l'étude réalisée par Sajovic et al.164, un de leurs patients objectif une perte de flexion de 15° avec conservation d'une extension complète. La valeur moyenne de la laxité antérieure mesurée avec l'arthromètre KT-1000 à tension maximale manuelle (différence latérale) était de 1,5 +/- 2,0 mm pour le groupe HT et de 2,5 +/- 1,7 mm pour le groupe PT.

Dans l'étude réalisée par Leys et al.165, dans le groupe HT, 78 % des patients avaient un grade de Lachman 0 et 22 % un grade 1. Dans le groupe PT, 81 % avaient un grade 0 et 19 % un grade 1. Il y a Il n'y avait aucun cas dans aucun des groupes

avec des résultats de test de Lachman de grade 2 ou 3. Dans le groupe HT, 88 % ont eu un test de changement de pivot négatif, contre 91 % dans le groupe PT. À 15 ans, la différence latérale lors du test manuel maximum utilisant l'arthromètre KT-1000 était inférieure à 3 mm pour 66 % des patients du groupe HT, contre 79 % dans le groupe PT. Aucun de leurs patients n'a présenté de perte de flexion ou d'extension supérieure à 5°.

Dans l'étude réalisée par Inderhaug et al.166, la valeur moyenne de la laxité antérieure mesurée avec l'arthromètre KT-1000 à tension manuelle maximale était de 2 mm. 44 % des patients avaient un Lachman de grade 0, 42 % un grade 1 et 14 % un grade 2. 88 % des patients ont eu un test de changement de pivot négatif.

Dans notre pratique quotidienne, le seul moyen dont nous disposons pour mesurer la laxité ligamentaire est un examen clinique, sans test instrumental, ce qui rend nos résultats subjectifs. Aucun de nos patients n'a présenté de perte d'amplitude de mouvement, ni de résultat positif.

Test de Lachman ou test de changement de pivot.

4.3. Complications:

Étant donné que la plupart des patients qui subissent une reconstruction du LCA sont des jeunes en bonne santé, le risque associé à la reconstruction du LCA est faible.

En général, l'incidence des complications des chirurgies arthroscopiques du genou est faible. Dans les études menées sur les complications après une chirurgie arthroscopique du genou, le taux de complications variait entre 0,27 % et 4,7 %.167,168

Cependant, les complications surviennent à un rythme considérable. Comparée à d'autres chirurgies arthroscopiques de base, l'incidence des complications de la reconstruction du LCA est relativement élevée. Une raison possible est que les procédures sont compliquées et nécessitent une préparation osseuse, le prélèvement du greffon tendineux et la rétention des matériaux de fixation interne.

Lors de la reconstruction du LCA, les manipulations chirurgicales peuvent endommager les nerfs entourant l'articulation du genou.

• Le nerf saphène peut être blessé lors de la création de la porte antéro-médiale pour l'endoscope ou lors d'une incision cutanée ou de la manipulation du coupe-tendon lors du prélèvement des ischio-jambiers médiaux169,170. Les taux de blessures atteignent 22 à 59 % de toutes les reconstructions du LCA171,172. Une lésion de la branche peut entraîner des troubles sensoriels depuis la partie antérieure du genou jusqu'à la jambe proximale et provoquer rarement un névrome douloureux ou un réflexe sympathique.

dystrophie173,174. Ainsi, il est recommandé de pratiquer les incisions cutanées pour les portes d'arthroscopie de manière horizontale, parallèlement au trajet du nerf et dans une position fléchie pour être dirigée à l'opposé du trajet du nerf169.

• La lésion du nerf sciatique suite au prélèvement des tendons médiaux des ischio-jambiers est une complication qui n'a pas été décrite. Cependant, un cas unique de lésion du nerf sciatique au-dessus du niveau de sa bifurcation dans ses branches terminales suite au prélèvement d'un greffon des ischio-jambiers pour une utilisation dans la reconstruction du LCA a été rapporté par Vardi175.

• Le nerf péronier peut être lésé lors de la reconstruction du LCA par la technique de la porte antéro-médiale. Lors de la reconstruction du LCA par cette méthode, il est recommandé de forer le tunnel osseux avec le genou en position d'hyperflexion pour l'éloigner du trajet du nerf péronier176,177.

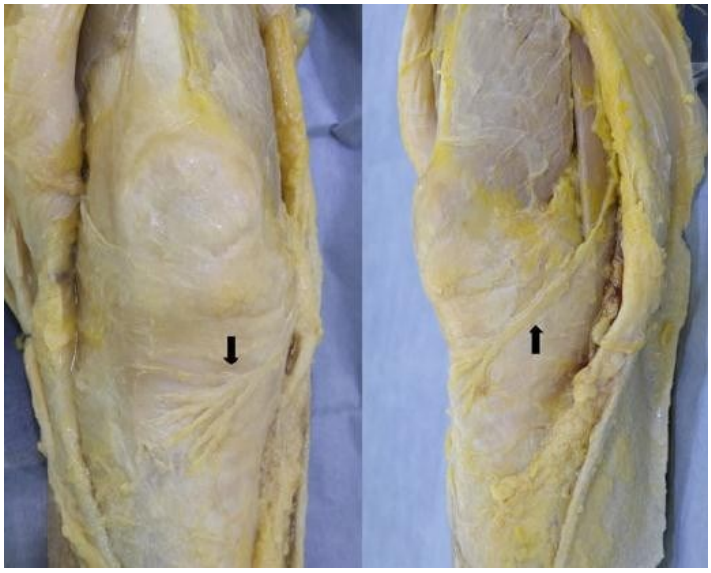

Figure 57: Trajet de la branche infrapatellaire du nerf saphène (flèches).

Bien que cela soit rare, des lésions des vaisseaux sanguins autour de l'articulation du genou peuvent survenir lors de la reconstruction du LCA. L'artère poplitée et la branche artérielle adjacente peuvent être perforées par passage de fil ou forage lors de la mise en place de matériaux de fixation interne du côté tibial ou blessées lors de la dissection du greffon fémoral du LCA178,179.

Une malposition du tunnel osseux peut entraîner une amplitude de mouvement limitée du genou ou une rupture du greffon tendineux. L'incidence a été rapportée à 15 % tant du côté tibial que fémoral180,181. Le positionnement antérieur du tunnel tibial provoque un conflit avec le toit de l'échancrure intercondylienne, entraînant une extension limitée du genou. Le positionnement antérieur du tunnel fémoral provoque une tension excessive dans le greffon tendineux, conduisant à une flexion limitée du genou182.

Lors de la reconstruction du LCA, une rupture du matériel de fixation interne lors de la fixation du greffon tendineux et des dommages ou une laxité du greffon tendineux accompagnant une mauvaise reconstruction peuvent survenir. Pour les vis d'interférence biorésorbables, un taux de rupture peropératoire de 3,4 % et un taux de migration intra-articulaire de 0,3 % ont été rapportés183,184.

Lors de la création du tunnel osseux fémoral, le forage ainsi que la mise en place et la fixation de vis d'interférence peuvent provoquer une fracture par éruption dans le cortex fémoral postérieur. L'incidence de ce type de fracture serait de 1,2 %183, et les causes incluent une taille ou une position inappropriée du tunnel osseux fémoral et une flexion insuffisante de l'articulation du genou pendant l'intervention chirurgicale. De plus, la manipulation de dispositifs chirurgicaux complexes sous l'endoscope peut endommager le cartilage articulaire. Le risque augmente lors de manipulations avec un faible angle de flexion du genou185.

Cependant, le mécanisme exact n’a pas été identifié. L'AKP s'accompagne souvent d'une extension restreinte du genou et d'une diminution de la force des quadriceps, suggérant une relation mutuelle entre les trois186.

Un syndrome douloureux régional complexe peut survenir après une reconstruction du LCA, ce qui est rare, avec une incidence de 4 à 7 %. Dans ces cas, divers symptômes se manifestent après la chirurgie, notamment une douleur continue disproportionnée, une anomalie sensorielle, un œdème et une contracture articulaire. Les médicaments analgésiques et un programme de réadaptation systématique constituent le pilier de la prévention et du traitement. La technique analgésique préventive consistant à initier un traitement continu aux AINS avant la chirurgie montre des effets prophylactiques à la fois pour l'AKP et le syndrome douloureux régional complexe187.

L'incidence d'une amplitude de mouvement limitée du genou après une reconstruction du LCA varie de 4 à 35 %188. Les causes incluent un placement non

anatomique du greffon, une tension excessive du greffon, une lésion du cyclope, une arthrofibrose et une rééducation inappropriée189. La lésion cyclope fait référence au tissu de granulation nodulaire recouvrant le tissu fibreux qui se forme après un traumatisme ou une intervention chirurgicale au LCA. La lésion apparaît en avant du LCA. La perte d'extension est causée par un conflit du LCA ou du ligament reconstruit dans l'échancrure intercondylienne lors de l'extension du genou190. Il a été démontré que l'arthrofibrose causée par une métaplasie intra-articulaire ou extra-articulaire était induite par une reconstruction aiguë du LCA, ce qui a conduit à recommander d'attendre au moins 3 semaines après la blessure avant de procéder à une reconstruction du LCA191.

Figure 58: Lésion cyclope formée après reconstruction du LCA. L'IRM montre une lésion nodulaire à marge nette dans l'échancrure intercondylienne située en avant du greffon du LCA (flèche).

Bien que l'incidence soit relativement faible, une rupture du greffon peut survenir après une reconstruction du LCA. Le taux d'échec de greffon signalé dans les greffons HT était de 1,6 à 16,7 % pour la méthode à simple faisceau et de 1,3 à 3,3 % pour la méthode à double faisceau192-194. Les principales causes d'échec du greffon sont les traumatismes, les techniques chirurgicales inappropriées et les problèmes de maturation du greffon. Les facteurs de risque d'échec du greffon après une reconstruction du LCA comprennent le jeune âge, la femme, un niveau d'activité élevé et un mécanisme de contact de la lésion initiale du LCA193,195,196. Pour les greffes HT, un diamètre de greffe de 8 mm ou moins a été proposé comme étant un facteur de risque197.

Les taux d'infection postopératoire pour la reconstruction du LCA la moins invasive sont faibles, allant de 0,14 à 1,85 %198,199. Il convient toutefois de noter que l'infection est une complication grave qui survient à un rythme constant. L'infection est difficile à diagnostiquer au début de la période postopératoire, une observation attentive est donc nécessaire. Divers facteurs de risque d'infection ont été rapportés, notamment des antécédents de chirurgie du genou, une suture du ménisque lors d'une reconstruction du LCA et le diabète200,201. Étant donné qu'une infection postopératoire peut entraîner un échec du greffon, une perte de cartilage hyalin et

arthrofibrose, un traitement rapide est nécessaire202,203. La stratégie de traitement implique une irrigation arthroscopique et un débridement, ainsi que des antibiotiques intraveineux200,204,205.

La thrombose veineuse profonde qui survient après une reconstruction du LCA touche principalement les membres inférieurs. Bien que des symptômes de douleur et de gonflement puissent être observés dans certains cas, de nombreux cas restent

asymptomatiques. De plus, il convient de noter que des symptômes ressemblant à ceux de la TVP sont généralement observés au début de la période postopératoire. Après une reconstruction du LCA, un diagnostic clinique précis de TVP est souvent difficile. On pensait que la TVP des membres inférieurs après reconstruction du LCA était une complication moins fréquente, mais les études utilisant la phlébographie ont trouvé une incidence de 14 %206–208. Ce taux est supérieur à celui enregistré pour les chirurgies arthroscopiques générales telles que les interventions méniscales. Certaines mesures préventives contre la TVP après reconstruction du LCA ont été recommandées, telles que l'utilisation de bas élastiques et l'utilisation prophylactique d'héparine de bas poids moléculaire, mais aucun consensus n'a été atteint149,209.

4.4. Time-lapse de reprise d'activité professionnelle :

Le délai moyen de retour aux activités professionnelles dans la série étudiée était de un mois et demi chez Ilahiane52, de 2 mois et 6 jours dans l'étude de Hocquet54 et de 2 mois et 14 jours chez Mossaid210. Dans notre étude, le délai moyen de reprise d'activité professionnelle était de 3 mois.

4.5. Reprise de l'activité sportive :

Pinczewski et al.211 ont réalisé une étude prospective de 10 ans sur 180 genoux déficients du LCA traités avec un programme de rééducation accélérée, dans laquelle 90 patients ont bénéficié d'une reconstruction du LCA par autogreffe des ischio-jambiers. Dix ans après l'intervention chirurgicale, 56 % de leurs patients ont repris leur activité sportive.

Dans l'étude réalisée par Sajovic et al.164, 81 % de leurs patients étaient encore à leur niveau d'activité d'avant la blessure.

Dans l'étude réalisée par Leys et al.165, ils ont évalué le niveau d'activité postopératoire en demandant à leurs patients d'évaluer leur niveau d'activité comme

étant très intense (comme les sports de saut et de pivotement comme le basket-ball ou le football), intense (comme les sports lourds travail physique, ski ou tennis), modéré (comme un travail physique modéré ou la course), léger (comme la marche et les travaux ménagers ou de jardinage) ou incapable d'effectuer l'une des activités ci-dessus. Dans le groupe des tendons des ischio-jambiers, ils avaient un niveau d'activité significativement élevé, avec 53 % entreprenant des activités très intenses et 24 % entreprenant des activités intenses.

Dans notre étude, en moyenne 10 mois après la reconstruction du LCA, 56 % de nos patients ont pu reprendre leur activité sportive classée comme très intense

V. Conclusion :

Il a été révélé que le succès d'une reconstruction du LCA dépend d'un certain nombre de facteurs depuis la sélection du patient jusqu'à la technique chirurgicale, notamment le choix du greffon et la prise en charge des lésions méniscales et ligamentaires associées, mais il repose également sur la rééducation postopératoire.

Pour les patients plus exigeants, le recours à une reconstruction du LCA en double faisceau peut être plus avantageux, même si les études comparant les résultats subjectifs entre reconstruction en simple et double faisceau ne sont pas aussi unanimes.

Même si les complications après une reconstruction du LCA telles que douleurs antérieures du genou, perte de mouvement, échec du greffon sont faibles, elles ne sont pas insignifiantes et doivent être bien connues afin de les prévenir.

Les résultats obtenus par notre étude ont montré que l'utilisation de la technique arthroscopique de reconstruction du LCA par faisceau unique par greffe des ischio-jambiers permet de bons résultats non seulement pour le contrôle de la laxité et la libération de la douleur mais confère également un faible taux de morbidité, et ainsi nos patients pourraient retrouver leur autonomie au quotidien. Cependant, le délai de suivi était limité ; une étude avec un suivi plus long et un plus grand nombre de patients est nécessaire.

Une mesure objective de la laxité préopératoire et postopératoire à l'aide d'un arthromètre (KT-1000) aurait également donné plus de valeur à notre étude.

En conclusion, nous avons élaboré une approche globale du ligament croisé antérieur par greffe des ischio-jambiers, dans laquelle nous avons discuté différents aspects de cette technique et de ses résultats. Grâce à nos travaux, des aspects plus spécifiques de cette technique ont été découverts et feront l'objet de nos futures études.

ABSTRACT

Abstract

Title: Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using hamstring graft: technique and results

Protractor: Professor Mohammed El Idrissi

Author: Janati Othmane

Keywords: Knee-Reconstruction of the ACL-Arthroscopy-ACL injury-Hamstring graft.

Purpose: The aim of our study is to determine clinical outcomes of the ACL reconstruction in the short and middle-term of this procedure.

Introduction:

Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction has experienced a great development in these last decades, especially with the advent of arthroscopy, using many transplants and many techniques of ligamentoplasty. The Hamstring technique, using the autologous gracilis and semitendinosus tendons, makes it possible to reduce the site-donor morbidity compared to the Bone-Patellar Tendon-Bone (BPTB) but raises the question about immediate stability of the graft, depending on the fixation mode.

Material and Methods:

Our work is a retrospective descriptive study conducted on 9 patients, undergoing single bundle arthroscopic ACL reconstruction using Hamstring graft, in the orthopedic B4 surgery department of HASSAN II University Hospital Center in Fez, between February 2020 and December 2022.

Results:

- The mean age is 38 years, ranging from 23 to 54 years.
- There was a marked male predominance with a sex ratio of 3/1.
- 78 % of the tears occurred from sports accident.

- In 45 % of the cases, the injury occurred from a valgus flexion external rotation mechanism.
- 67 % of our patients were recreational athletes.
- The right knee was injured in 67 % of cases.
- All patients presented with anterior knee pain and chronic knee instability.
- A positive Lachman and anterior drawer tests were found in all patients.
- Primary signs of ACL tear were found in all MRI performed on all our patients.
- The mean time from injury to surgery is 27 months.
- No perioperative nor postoperative complications occurred.
- Residual postoperative pain was reported in 3 cases (33 %).
- The Lachman test as well as the anterior drawer test were negative in all patients postoperatively.
- The average time off work was 3 months.
- 56 % resumed sporting activities within 10 months.
- The average post-operative Lysholm and Tegner scale score was 88.

Conclusion:

The results obtained by our study has shown that the use of arthroscopic single-bundle ACL reconstruction technique using hamstring graft allows good results not only for the control of laxity and release of pain but also confers a low rate of morbidity, and thus our patients could regain their every day's autonomy. However, the time-lapse of follow-up was restricted; a study with a longer follow-up and a larger number of patients is necessary.

Résumé

Titre: Reconstruction arthroscopique du ligament croisé antérieur par la méthode DIDT : technique et résultats.

Rapporteur: Professeur Mohammed El Idrissi

Auteur: Janati Othmane

Mots-clés: Genou-Reconstruction du LCA-Arthroscopie-Rupture du LCA-Méthode DIDT.

Objectif: :Le but de ce travail est d'évaluer les résultats cliniques du traitement chirurgical des ruptures du LCA selon la technique de DIDT sous arthroscopie à court et à moyen-terme.

Introduction:

La reconstruction du LCA a connu un grand essor durant ces dernières décennies, particulièrement suite à l'arrivée de l'arthroscopie, avec apparition de plusieurs techniques ainsi que de possibilités de transplants disponible pour la réalisation des ligamentoplasties. La méthode DIDT, utilisant des autogreffes des tendons des muscles droit interne et demi-tendineux, permet de réduire la morbidité au niveau du site de prélèvement comparé au transplant os-tendon-os dans la méthode KJ mais laisse poser quelques questions à propos de la stabilité immédiate en fonction de la méthode de fixation.

Matériel et méthodes:

Nous avons réalisé une étude rétrospective, étalée sur une période de 2 ans, allant de Février 2020 à Décembre 2022, colligée au service de traumato-orthopédie B4 du CHU Hassan II de Fès et englobant 9 patients présentant une instabilité chronique du genou secondaire à une rupture du LCA et ayant bénéficié d'une reconstruction monofaisceau par méthode DIDT sous arthroscopie.

Résultats:

- L'âge de nos patients varie entre 23 et 54 ans avec une moyenne de 38 ans.
- Nous avons noté une nette prédominance masculine avec un sexe-ratio de 3/1.
- L'étiologie la plus retrouvée était les accidents de sport dans 78%.
- Le mécanisme lésionnel en valgus flexion et rotation externe est le plus fréquemment retrouvé dans 45% des cas.
- 67% de nos patients était des sportifs amateurs.
- Le côté droit était atteint dans 67% des cas.
- La douleur et l'instabilité chronique sont les motifs de consultation les plus rapportés.
- Le test de Lachman et le tiroir antérieur étaient positifs chez tous les patients.
- L'IRM réalisée chez tous nos patients, a objectivé des signes directs de rupture complète du LCA dans 100% des cas.
- Le délai moyen traumatisme-intervention était de 27 mois.
- Aucune complication peropératoire ou postopératoire immédiate n'a été signalée chez nos patients.
- La douleur résiduelle post-op est rapportée par trois patients (33%).
- Le test de Lachman et le tiroir antérieur en post-op étaient négatifs chez tous nos patients.
- Le délai moyen de la reprise des activités professionnelles était de 3 mois.
- Le délai de la reprise des activités sportives était de 10 mois en moyenne.
- La moyenne du score global de Lysholm et Tegner est de 88.

Conclusion:

Les résultats obtenus par notre étude ont montré que l'utilisation de la technique arthroscopique de reconstruction monofaisceau du LCA par méthode DIDT permet de bons résultats non seulement pour le contrôle de la laxité et la libération de la douleur mais confère également un faible taux de morbidité, et ainsi nos patients pourraient retrouver leur autonomie au quotidien. Cependant, le délai de suivi était limité ; une étude avec un suivi plus long et un plus grand nombre de patients est nécessaire.

ملخص

عنوان : النتائج السريرية لعالج الجراحي لتمزق الرباط الصليبي االمامي باستخدام تقنية أوتار العضلة نصف الوترية و العضلة نصف الغشائية تحت تنظير المفصل.

المشرف :االستاذ محمد االدريسي

المؤلف : عثمان الجناتي

كلمات البحث : إعادة بناء الرباط – تنظير المفصل – تمزق الرباط الصليبي االمامي – تقنية أوتار العضلة نصف الوترية و العضلة نصف الغشائية.

الهدف : الهدف من دراستنا هو تحديد النتائج السريرية إلعادة بناء الرباط الصليبي االمامي على المدى القصير والمتوسط لهذا االجراء

مقدمة : شهدت عملية إعادة بناء الرباط الصليبي االمامي تطورا كبيرا في العقود االخيرة، خاصة مع ظهور تنظير المفاصل، وذلك باستخدام العديد من تقنيات رأب االربطة. إن تقنية أوتار العضلة نصف الوترية و العضلة نصف الغشائية تجعل من الممكن تقليل المضاعفات المتعلقة في الموقع المتبرع ة بوتر الرضفة والعظام ولكنها تثير تساؤالت حول االستقرار الدوري للركبة غير المشروع، اعتمادا على وضع الشتلات.

المواد والطرق : عملنا عبارة عن دراسة وصفية بأثر رجعي أجريت على 9 مرضى، خضعوا إلعادة بناء الرباط الصليبي االمامي بالمنظار باستخدام تقنية أوتار العضلة نصف الوترية و العضلة نصف الغشائية، في قسم جراحة العظام ب4 بالمركز االستشفائي الجامعي الحسن الثاني في فاس، بين فبراير 2020 و دجنبر 2022.

النتائج:

- كان متوسط عمر مرضانا 38 سنة.
- كانت هناك هيمنة العنصر الذكري بنسبة بلغت نسبة الجنس 1/3.
- 78% من الحاالت كانت نتيجة حادث رياضي.
- مثل الثني االروح مع الدوران الخارجي اآللية السببية االكثر شيوعا بنسبة 45%.
- 77% من مرضانا كانوا رياضيين ترفيهيين.
- أصيبت الركبة اليمنى في 77% من الحاالت.
- جميع المرضى كانوا يعانون من آالم الركبة االمامية وعدم االستقرار المزمن في الركبة.
- تم العثور على نتيجة إيجابية الختبارات الكمان والدرج االمامي لدى جميع المرضى.

- تم العثور على العالمات األولية لتمزق الرباط الصليبي األمامي في جميع عمليات التصوير بالرنين المغناطيسي التي أجريت على جميع مرضانا.
- متوسط الوقت من اإلصابة إلى الجراحة هو 27 شهرا.
- لم تحدث أي مضاعفات في الفترة المحيطة بالجراحة أو بعد العملية الجراحية.
- تم اإلبالغ عن وجود آالم متبقية بعد العملية الجراحية في 3 حاالت (33%).
- كان اختبار الكمان وكذلك اختبار الدرج األمامي سلبيين في جميع المرضى بعد العملية الجراحية.
- كان متوسط فترة التوقف عن العمل 3 أشهر.
- 57% استأنفوا األنشطة الرياضية خالل 10 أشهر.
- متوسط درجة مقياس ليشولم وتيجنر بعد العملية الجراحية كان 88.

خاتمة :

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من خالل دراستنا أن استخدام تقنية إعادة بناء الرباط الصليبي األمامي بالمنظار باستخدام تقنية أوتار العضلة نصف الوترية و العضلة نصف الغشائية يسمح بنتائج جيدة ليس فقط للتحكم في التراخي وتخفيف األلم ولكن أيضا يمنح معدل منخفضا من اإلصابة باألمراض، وبالتالي يمكن لمرضانا استعادة استقالليتهم اليومية. ومع ذلك، كان الفاصل الزمني للمتابعة مؤقتا؛ من الضروري إجراء دراسة مع متابعة أطول وعدد أكبر من المرضى.

ANNEXES

FICHE DE DONNÉES

- Nom du patient :
- Patient Ip :
- Numero de telephone :

1. Sujet:

- Age:
- Genre:

  ☐ Femme ☐ homme

- Etiologie

  ☐ Accident de sport ☐ Accident de travail

  ☐ MVA ☐ autre:

- Mécanisme de blessure :

  ☐ Force de rotation externe valgus sans contact

  ☐ Hyperextension sans contact

  ☐ Rotation interne sans contact

  ☐ Contact valgus-rotation externe

  ☐ Indéterminé

-

- Niveau d'activité avant la blessure :

  ☐ Récréatif Compétitif*

  ☐ Professionnel

  ** Pour être considéré comme compétitif, un individu doit avoir été membre actif d'une équipe sportive ou avoir participé à une compétition régulièrement organisée au moment de sa blessure.*

- Antécédents médicaux:
  - ☐ Réparation précédente du LCA
  - ☐ Autre opération antérieure du genou :
  - ☐ Autres antécédents médicaux :
- Symptômes:
  - ☐ Douleur antérieure du genou ☐ Douleur des lignes articulaires
  - ☐ Cèdement du genou ☐ Gonflement
  - ☐ Verrouillage intermittent ☐ Sensation de claquement
- Examen physique :
  - ☐ Test de Lachman
  - ☐ Test du tiroir antérieur
  - ☐ Test de Lelli
  - ☐ Test de changement de pivot / Test de jerk de Hughston
  - ☐ Test de slocum
  - ☐ Laxité varus ☐ Laxité valgus
  - ☐ Test du tiroir postérieur ☐ Test de Godfrey
  - ☐ Syndrome méniscale associé
  - ☐ Crépitement fémoro-patellaire
- Radiographies préopératoires :
  - ☐ Hémarthrose
  - ☐ Deuxième fracture
  - ☐ Signe arqué
  - ☐ Rétrécissement de l'espace articulaire
  - ☐ Sclérose sous-chondrale
  - ☐ Ostéophytose
  - ☐ Kystes sous-chondraux (Géodes)

- IRM :

  Signes primaires :

  - ☐ Gonflement
  - ☐ Augmentation du signal sur T2 ou PD saturée en graisse
  - ☐ Discontinuité des fibres
  - ☐ Signe d'encoche vide (Avulsion au site d'attache fémorale)
  - ☐ Orientation anormale du ligament croisé antérieur par rapport à la ligne intercondylienne
  - ☐ Signe d'écart (déchirure isolée du faisceau postérolatéral)
  - ☐ Signe d'empreinte (déchirure isolée du faisceau postérolatéral)
  - ☐ Signes secondaires invisibles du LCA :
  - ☐ Contusion osseuse du condyle fémoral latéral et du tibial postérolatéral
  - ☐ plateau
  - ☐ Signe de translocation tibiale antérieure (>7 mm de translation tibiale antérieure)
  - ☐ Fracture du Segond / Signe arqué
  - ☐ Courbe du PCL (angle PCL réduit < 107°)
  - ☐ Signe de ligne PCL positif
  - ☐ Lésion du ligament collatéral médial ou latéral
  - ☐ Corne postérieure découverte du ménisque latéral
  - ☐ Sillon fémoral latéral plus profond que 1,5 mm

2. Technique opératoire :

- Moment de la chirurgie du LCA :
- Côté concerné :
  - ☐ Droite ☐ Gauche
- Installation :
- Type d'anesthésie :
  - ☐ Anesthésie générale ☐ Anesthésie rachidienne

- Type d'incision pour le prélèvement du greffon :

  ☐ Vertical ☐ Oblique

- Décapage des tendons :

  ☐ Dévêtisseur de tendon ouvert ☐ Dévêtisseur de tendon fermé

- Préparation du greffon :

- Précontrainte peropératoire :

  ☐ Oui ☐ Non

- Utilisation d'une gaze stérile imbibée d'une solution de vancomycine :

  ☐ Oui ☐ Non

- Exploration arthroscopique :

  ☐ Lésion du LCA ☐ Lésion du LCP

  ☐ Déchirure du ménisque

  ☐ Défaut cartilagineux

  ☐ Lésion des ligaments collatéraux

- Tunnels osseux :

  ☐ Indépendant ☐ Dépendant Tunnel osseux tibial :

  ☐ Angle :

  ☐ Diamètre : ☐ Longueur : Tunnel osseux fémoral :

  ☐ Techniques :

  ☐ Diamètre : ☐ Longueur :

- Fixation du greffon : Fixation fémorale :

  ☐ Vis d'interférence : ☐ Diamètre :

  ☐ Longueur : ☐ Résorbable :

- Fixation tibiale :

  ☐ Vis d'interférence : ☐ Diamètre :

  ☐ Longueur : ☐ Résorbable :

- Gestes associés :
  - ☐ Notchplastie ☐ Reconstruction du LCP
  - ☐ Suture du ménisque ☐ Méniscectomie
- Immobilisation :

3. Prise en charge postopératoire :

- ☐ Séjours hospitaliers postopératoires (jours) :
- ☐ Glace
- ☐ Anticoagulants :
- ☐ Antibiotiques :
- ☐ Antalgiques :
- ☐ Rééducation :
- ☐ Autre :

4. Suivi :

Time-lapse post-opératoire (mois)

Évaluation subjective :

- ☐ Douleur au genou
- ☐ Céder le genou
- ☐ Gonflement
- ☐ Capacité à pivoter
- ☐ Reprise de l'activité
- ☐ Évaluation globale selon le score de Lysholm

Évaluation objective :

- ☐ Test de Lachman
- ☐ Test du tiroir antérieur
- ☐ Test de Lelli
- ☐ Test de changement de pivot / Test de jerk de Hughston

☐ Test Scolum

☐ Laxité varus ☐ Laxité valgus

☐ Test du tiroir postérieur ☐ Test de Godfrey

☐ Syndrome méniscale associé

☐ Crépitement fémoro-patellaire

☐ Amplitude de mouvement (ROM) :

Complications :

Complications périopératoires :

☐ Lésion vasculaire

☐ Lésion nerveuse

☐ Thrombose veineuse profonde

☐ Infection

☐ Lésion du ligament collatéral

☐ Fracture fémorale

☐ Complications lors du prélèvement du greffon

☐ Autre :

Complications postopératoires :

☐ Perte de flexion

☐ Perturbation du greffon

☐ Syndrome du ménisque

☐ Autre :

Time-lapse de reprise d'activité professionnelle

Reprise de l'activité sportive:

LYSHOLM KNEE SCORING SCALE

SECTION 1 - LIMP
- ☐ I have no limp when I walk. (5)
- ☐ I have a slight or periodical limp when I walk. (3)
- ☐ I have a severe and constant limp when I walk. (0)

SECTION 2 - Using cane or crutches
- ☐ I do not use a cane or crutches. (5)
- ☐ I use a cane or crutches with some weight-bearing. (2)
- ☐ Putting weight on my hurt leg is impossible. (0)

SECTION 3 - Locking sensation in the knee
- ☐ I have no locking and no catching sensation in my knee. (15)
- ☐ I have catching sensation but no locking sensation in my knee. (10)
- ☐ My knee locks occasionally. (6)
- ☐ My knee locks frequently. (2)
- ☐ My knee feels locked at this moment.. (0)

SECTION 4 - Giving way sensation from the knee
- ☐ My knee gives way. (25)
- ☐ My knee rarely gives way, only during athletics or vigorous activity. (20)
- ☐ My knee frequently gives way during athletics or other vigorous activities. In turn I am unable to participate in these activities. (15)
- ☐ My knee frequently gives way during daily activities. (10)
- ☐ My knee often gives way during daily activities. (5)
- ☐ My knee gives way every step I take. (0)

SECTION 5 – PAIN
- ☐ I have no pain in my knee. (25)
- ☐ I have intermittent or slight pain in my knee during vigorous activities. (20)
- ☐ I have marked pain in my knee during vigorous activities. (15)
- ☐ I have marked pain in my knee during or after walking more than 1 mile. (10)
- ☐ I have marked pain in my knee during or after walking less than 1 mile. (5)
- ☐ I have constant pain in my knee. (0)

SECTION 6 – SWELLING
- ☐ I have swelling in my knee. (10)
- ☐ I have swelling in my knee on1y after vigorous activities. (6)
- ☐ I have swelling in my knee after ordinary activities. (2)
- ☐ I have swelling constantly in my knee. (0)

SECTION 7 – CLIMBING STAIRS
- ☐ I have no problems climbing stairs. (l0)
- ☐ I have slight problems climbing stairs. (6)
- ☐ I can climb stairs only one at a time. (2)
- ☐ Climbing stairs is impossible for me. (0)

SECTION 8 – SQUATTING
- ☐ I have no problems squatting. (5)
- ☐ I have slight problems squatting. (4)
- ☐ I cannot squat beyond a 90deg. Bend in my knee. (1)
- ☐ Squatting is impossible because of my knee. (0)

Total: _____/100

Score:

- Excellent : 95 – 100
- Bien : 84 – 94
- Moyen : 65 – 83
- Mauvais : < 64

BIBLIOGRAPHIE

1. Laffargue P, Delalande JL, Maillet M, Vanhecke C, Decoulx J. [Reconstruction of the anterior cruciate ligament: arthrotomy versus arthroscopy]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1999;85(4):367-373.
2. Kalawadia JV, Guenther D, Irarrázaval S, Fu FH. Anatomy and Biomechanics of the Anterior Cruciate Ligament. In: *The Anterior Cruciate Ligament*. Elsevier; 2018:1-7.e2. doi:10.1016/B978-0-323-38962-4.00001-1
3. Suzuki D, Otsubo H. The Anatomical Features of ACL Insertion Sites and Their Implications for Multi-bundle Reconstruction. In: Ochi M, Shino K, Yasuda K, Kurosaka M, eds. *ACL Injury and Its Treatment*. Springer Japan; 2016:17-26. doi:10.1007/978-4-431-55858-3_2
4. Palmer I. The Classic: On the Injuries to the Ligaments of the Knee Joint: A Clinical Study. *Clin Orthop*. 2007;454:17-22. doi:10.1097/BLO.0b013e31802c7915
5. Norwood LA, Cross MJ. Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med*. 1979;7(1):23-26. doi:10.1177/036354657900700106
6. Amis A, Dawkins G. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73-B(2):260-267. doi:10.1302/0301-620X.73B2.2005151
7. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SLY. Quantitative Analysis of Human Cruciate Ligament Insertions. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 1999;15(7):741-749. doi:10.1016/S0749-8063(99)70006-X
8. Hutchinson MR, Ash SA. Resident's ridge: assessing the cortical thickness of the lateral wall and roof of the intercondylar notch. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2003;19(9):931-935. doi:10.1016/j.arthro.2003.09.002

9. Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, Fu FH. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2007;23(11):1218-1225. doi:10.1016/j.arthro.2007.09.008

10. Shino K, Suzuki T, Iwahashi T, et al. The resident's ridge as an arthroscopic landmark for anatomical femoral tunnel drilling in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2010;18(9):1164-1168. doi:10.1007/s00167-009-0979-6

11. Otsubo H, Shino K, Suzuki D, et al. The arrangement and the attachment areas of three ACL bundles. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2012;20(1):127-134. doi:10.1007/s00167-011-1576-z

12. Jacobsen K. Area intercondylaris tibiae: Osseous surface structure and its relation to soft tissue structures and applications to radiography. *J Anat*. 1974;117(Pt 3):605-618.

13. Berg EE. Parsons' knob (tuberculum intercondylare tertium). A guide to tibial anterior cruciate ligament insertion. *Clin Orthop*. 1993;(292):229-231.

14. Petersen W, Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol (Berl)*. 1999;200(3):325-334. doi:10.1007/s004290050283

15. Petersen W, Tillmann B. Anatomie und Funktion des vorderen Kreuzbandes. *Orthop*. 2002;31(8):710-718. doi:10.1007/s00132-002-0330-0

16. Orebaugh SL, Kentor ML, Borghi B. Analgesia for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. In: Nakamura N, Zaffagnini S, Marx RG, Musahl V, eds. *Controversies in the Technical Aspects of ACL Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2017:73-86. doi:10.1007/978-3-662-52742-9_9

17. Fujie H. Mechanical Properties and Biomechanical Function of the ACL. In: Ochi M, Shino K, Yasuda K, Kurosaka M, eds. *ACL Injury and Its Treatment*. Springer Japan; 2016:69-77. doi:10.1007/978-4-431-55858-3_6

18. Dordevic M, Hirschmann MT. Biomechanics of the Knee with Intact Anterior Cruciate Ligament. In: Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S, eds. *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2014:39-48. doi:10.1007/978-3-642-45349-6_6

19. Butler DL, Guan Y, Kay MD, Cummings JF, Feder SM, Levy MS. Location-dependent variations in the material properties of the anterior cruciate ligament. *J Biomech*. 1992;25(5):511-518. doi:10.1016/0021-9290(92)90091-E

20. Woo SLY, Hollis JM, Adams DJ, Lyon RM, Takai S. Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex: The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med*. 1991;19(3):217-225. doi:10.1177/036354659101900303

21. Noyes FR, DeLucas JL, Torvik PJ. Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: an analysis of strain-rate sensitivity and mechanisms of failure in primates. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(2):236-253.

22. Woo SL, Orlando CA, Gomez MA, Frank CB, Akeson WH. Tensile properties of the medial collateral ligament as a function of age. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc*. 1986;4(2):133-141. doi:10.1002/jor.1100040201

23. Noyes FR, Torvik PJ, Hyde WB, DeLucas JL. Biomechanics of ligament failure. II. An analysis of immobilization, exercise, and reconditioning effects in primates. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(7):1406-1418.

24. Noyes FR, Grood ES. The strength of the anterior cruciate ligament in humans and Rhesus monkeys. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(8):1074-1082.

25. Takai S, Woo SLY, Livesay GA, Adams DJ, Fu FH. Determination of the in situ loads on the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res*. 1993;11(5):686-695. doi:10.1002/jor.1100110511

26. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop*. 2007;454:35-47. doi:10.1097/BLO.0b013e31802b4a59

27. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(10):982-992. doi:10.1007/s00167-006-0076-z

28. Woo SLY, Wu C, Dede O, Vercillo F, Noorani S. Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg*. 2006;1:2. doi:10.1186/1749-799X-1-2

29. Takeda Y, Xerogeanes JW, Livesay GA, Fu FH, Woo SL. Biomechanical function of the human anterior cruciate ligament. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 1994;10(2):140-147. doi:10.1016/s0749-8063(05)80081-7

30. Sakane M, Fox RJ, Woo SL, Livesay GA, Li G, Fu FH. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc*. 1997;15(2):285-293. doi:10.1002/jor.1100150219

31. Sakane M, Livesay GA, Fox RJ, Rudy TW, Runco TJ, Woo SLY. Relative contribution of the ACL, MCL, and bony contact to the anterior stability of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1999;7(2):93-97. doi:10.1007/s001670050128

32. Wu JL, Seon JK, Gadikota HR, et al. In situ forces in the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament under simulated functional loading conditions. *Am J Sports Med*. 2010;38(3):558-563. doi:10.1177/0363546509350110

33. Hosseini A, Gill TJ, Li G. In vivo anterior cruciate ligament elongation in response to axial tibial loads. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc*. 2009;14(3):298-306. doi:10.1007/s00776-009-1325-z

34. Gabriel MT, Wong EK, Woo SLY, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc*. 2004;22(1):85-89. doi:10.1016/S0736-0266(03)00133-5

35. Fleming BC, Renstrom PA, Beynnon BD, et al. The effect of weightbearing and external loading on anterior cruciate ligament strain. *J Biomech*. 2001;34(2):163-170. doi:10.1016/s0021-9290(00)00154-8

36. Griffin LY, Kercher J, Rossi N. Risk and Gender Factors for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. In: *The Anterior Cruciate Ligament*. Elsevier; 2018:19-26.e4. doi:10.1016/B978-0-323-38962-4.00005-9

37. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8(3):141-150. doi:10.5435/00124635-200005000-00001

38. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med*. 2003;31(6):831-842. doi:10.1177/03635465030310061801

39. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med*. 2008;36(8):1476-1483. doi:10.1177/0363546508318188

40. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med*. 1995;23(6):694-701. doi:10.1177/036354659502300611

41. Beynnon BD, Vacek PM, Newell MK, et al. The Effects of Level of Competition, Sport, and Sex on the Incidence of First-Time Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med*. 2014;42(8):1806-1812. doi:10.1177/0363546514540862

42. Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Athl Train*. 2008;43(4):396-408. doi:10.4085/1062-6050-43.4.396

43. Nunley RM, Wright D, Renner JB, Yu B, Garrett WE. Gender Comparison of Patellar Tendon Tibial Shaft Angle with Weight Bearing. *Res Sports Med*. 2003;11(3):173-185. doi:10.1080/15438620390231193

44. Defrate LE, Nha KW, Papannagari R, Moses JM, Gill TJ, Li G. The biomechanical function of the patellar tendon during in-vivo weight-bearing flexion. *J Biomech*. 2007;40(8):1716-1722. doi:10.1016/j.jbiomech.2006.08.009

45. Torzilli PA, Deng X, Warren RF. The effect of joint-compressive load and quadriceps muscle force on knee motion in the intact and anterior cruciate ligament-sectioned knee. *Am J Sports Med*. 1994;22(1):105-112. doi:10.1177/036354659402200117

46. Kingma I, Aalbersberg S, van Dieën JH. Are hamstrings activated to counteract shear forces during isometric knee extension efforts in healthy subjects? *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol*. 2004;14(3):307-315. doi:10.1016/j.jelekin.2004.01.003

47. Berns GS, Hull ML, Patterson HA. Strain in the anteromedial bundle of the anterior cruciate ligament under combination loading. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc*. 1992;10(2):167-176. doi:10.1002/jor.1100100203

48. Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med*. 2007;35(3):359-367. doi:10.1177/0363546506293899

49. Markolf KL, O'Neill G, Jackson SR, McAllister DR. Effects of applied quadriceps and hamstrings muscle loads on forces in the anterior and posterior cruciate ligaments. *Am J Sports Med*. 2004;32(5):1144-1149. doi:10.1177/0363546503262198

50. Fung DT, Zhang LQ. Modeling of ACL impingement against the intercondylar notch. *Clin Biomech Bristol Avon*. 2003;18(10):933-941. doi:10.1016/s0268-0033(03)00174-8

51. Lustig S, Servien E, Parratte S, Demey G, Neyret P. Lésions ligamentaires récentes du genou de l'adulte. *EMC - Appar Locomoteur*. 2013;8(1):1-17. doi:10.1016/S0246-0521(12)58587-6

52. Ilahiane M. *La Reconstruction Sous Arthroscopie Du Ligament Croisé Antérieur Selon La Technique Mono Faisceau*. faculté de médecine et de pharmacie Fès; 2016.

53. El Hassib J et al. *Résultats Des Ligamentoplasties (LCA) Du Genou Au CHU Mohammed VI.* faculté de médecine et de pharmacie Marrakech; 2008.

54. Hocquet S. *Evaluation de La Qualité de Vie de 39 Patients Après Ligamentoplastie Type DIDT.* Faculté de médecine et de pharmacie Cretiel; 2001.

55. Lahboub et Al. *Les Résultats Fonctionnels Du Traitement Chirurgical Du LCA Selon La Technique de Kenneth Jones. A Propos de 30 Cas.* faculté de médecine et de pharmacie Fès; 2013.

56. Ayeni OR, De Sa D, Kay J, Karlsson J. Diagnostic Accuracy of Physical Examinations for ACL Injury. In: Nakamura N, Zaffagnini S, Marx RG, Musahl V, eds. *Controversies in the Technical Aspects of ACL Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2017:35-43. doi:10.1007/978-3-662-52742-9_5

57. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med*. 1976;4(2):84-93. doi:10.1177/036354657600400206

58. Galway HR, MacIntosh DL. The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop*. 1980;(147):45-50.

59. Yonetani Y, Tanaka Y. Diagnostics of ACL Injury Using Magnetic Resonance Imaging (MRI). In: Ochi M, Shino K, Yasuda K, Kurosaka M, eds. *ACL Injury and Its Treatment*. Springer Japan; 2016:139-147. doi:10.1007/978-4-431-55858-3_12

60. Moore SL. Imaging the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am*. 2002;33(4):663-674. doi:10.1016/s0030-5898(02)00022-6

61. Vahey TN, Meyer SF, Shelbourne KD, Klootwyk TE. MR imaging of anterior cruciate ligament injuries. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 1994;2(3):365-380.

62. Tsai KJ, Chiang H, Jiang CC. Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament rupture. *BMC Musculoskelet Disord*. 2004;5(1):21. doi:10.1186/1471-2474-5-21

63. Fayad LM, Parellada JA, Parker L, Schweitzer ME. MR imaging of anterior cruciate ligament tears: is there a gender gap? *Skeletal Radiol*. 2003;32(11):639-646. doi:10.1007/s00256-003-0694-1

64. Delin C, Silvera S, Coste J, et al. Reliability and diagnostic accuracy of qualitative evaluation of diffusion-weighted MRI combined with conventional MRI in differentiating between complete and partial anterior cruciate ligament tears. *Eur Radiol*. 2013;23(3):845-854. doi:10.1007/s00330-012-2633-9

65. Lee JK, Yao L, Phelps CT, Wirth CR, Czajka J, Lozman J. Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. *Radiology*. 1988;166(3):861-864. doi:10.1148/radiology.166.3.3340785

66. Vellet AD, Lee DH, Munk PL, et al. Anterior cruciate ligament tear: prospective evaluation of diagnostic accuracy of middle- and high-field-strength MR imaging at 1.5 and 0.5 T. *Radiology*. 1995;197(3):826-830. doi:10.1148/radiology.197.3.7480763

67. Starman JS, Vanbeek C, Armfield DR, et al. Assessment of normal ACL double bundle anatomy in standard viewing planes by magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2007;15(5):493-499. doi:10.1007/s00167-006-0266-8

68. Steckel H, Vadala G, Davis D, Fu FH. 2D and 3D 3-tesla magnetic resonance imaging of the double bundle structure in anterior cruciate ligament anatomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2006;14(11):1151-1158. doi:10.1007/s00167-006-0185-8

69. Patel SA, Hageman J, Quatman CE, Wordeman SC, Hewett TE. Prevalence and Location of Bone Bruises Associated with Anterior Cruciate Ligament Injury and Implications for Mechanism of Injury: A Systematic Review. *Sports Med*. 2014;44(2):281-293. doi:10.1007/s40279-013-0116-z

70. Goldman A, Pavlov H, Rubenstein D. The Segond fracture of the proximal tibia: a small avulsion that reflects major ligamentous damage. *Am J Roentgenol*. 1988;151(6):1163-1167. doi:10.2214/ajr.151.6.1163

71. Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, DeCarlo M. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *Am J Sports Med*. 1991;19(4):332-336. doi:10.1177/036354659101900402

72. Bottoni CR, Liddell TR, Trainor TJ, Freccero DM, Lindell KK. Postoperative range of motion following anterior cruciate ligament reconstruction using autograft hamstrings: a prospective, randomized clinical trial of early versus delayed reconstructions. *Am J Sports Med*. 2008;36(4):656-662. doi:10.1177/0363546507312164

73. Kwok CS, Harrison T, Servant C. The optimal timing for anterior cruciate ligament reconstruction with respect to the risk of postoperative stiffness. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2013;29(3):556-565. doi:10.1016/j.arthro.2012.09.005

74. Kennedy J, Jackson MP, O'Kelly P, Moran R. Timing of reconstruction of the anterior cruciate ligament in athletes and the incidence of secondary pathology within the knee. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(3):362-366. doi:10.1302/0301-620X.92B3.22424

75. Sri-Ram K, Salmon LJ, Pinczewski LA, Roe JP. The incidence of secondary pathology after anterior cruciate ligament rupture in 5086 patients requiring ligament reconstruction. *Bone Jt J*. 2013;95-B(1):59-64. doi:10.1302/0301-620X.95B1.29636

76. Thaunat M, Fayard JM, Sonnery-Cottet B. Hamstring tendons or bone-patellar tendon-bone graft for anterior cruciate ligament reconstruction? *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2019;105(1S):S89-S94. doi:10.1016/j.otsr.2018.05.014

77. Chambat P, Guier C, Sonnery-Cottet B, Fayard JM, Thaunat M. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years. *Int Orthop*. 2013;37(2):181-186. doi:10.1007/s00264-012-1759-3

78. Tsuda E, Ishibashi Y. Graft Selection. In: Ochi M, Shino K, Yasuda K, Kurosaka M, eds. *ACL Injury and Its Treatment*. Springer Japan; 2016:159-174. doi:10.1007/978-4-431-55858-3_14

79. Garofalo R, Mouhsine E, Chambat P, Siegrist O. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: the two-incision technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2006;14(6):510-516. doi:10.1007/s00167-005-0029-y

80. Spalding T, Robb C, Brown CH. Femoral Bone Tunnel Placement (Arthroscopically and with Fluoroscopy). In: Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S, eds. *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2014:159-179. doi:10.1007/978-3-642-45349-6_19

81. Monllau JC, Petersen W, Fink C, Scheffler SU, Gelber PE, Hoser C. Graft Harvest and Preparation. In: Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S, eds. *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2014:129-146. doi:10.1007/978-3-642-45349-6_17

82. Mochizuki T, Akita K, Muneta T, Sato T. Anatomical bases for minimizing sensory disturbance after arthroscopically-assisted anterior cruciate ligament reconstruction using medial hamstring tendons. *Surg Radiol Anat*. 2003;25(3-4):192-199. doi:10.1007/s00276-003-0130-1

83. Papastergiou SG, Voulgaropoulos H, Mikalef P, Ziogas E, Pappis G, Giannakopoulos I. Injuries to the infrapatellar branch(es) of the saphenous nerve in anterior cruciate ligament reconstruction with four-strand hamstring tendon autograft: vertical versus horizontal incision for harvest. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(8):789-793. doi:10.1007/s00167-005-0008-3

84. Ochiai S, Hagino T, Senga S, Yamashita T, Oda K, Haro H. Injury to infrapatellar branch of saphenous nerve in anterior cruciate ligament reconstruction using vertical skin incision for hamstring harvesting: risk factors and the influence of treatment outcome. *J Orthop Surg*. 2017;12(1):101. doi:10.1186/s13018-017-0596-x

85. Sanders B, Rolf R, McClelland W, Xerogeanes J. Prevalence of Saphenous Nerve Injury After Autogenous Hamstring Harvest: An Anatomic and Clinical Study of Sartorial Branch Injury. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2007;23(9):956-963. doi:10.1016/j.arthro.2007.03.099

86. Pagnani MJ, Warner JJP, O'Brien SJ, Warren RF. Anatomic considerations in harvesting the semitendinosus and gracilis tendons and a technique of harvest. *Am J Sports Med*. 1993;21(4):565-571. doi:10.1177/036354659302100414

87. Solman CG, Pagnani MJ. Hamstring tendon harvesting. Reviewing anatomic relationships and avoiding pitfalls. *Orthop Clin North Am*. 2003;34(1):1-8. doi:10.1016/s0030-5898(02)00025-1

88. Vertullo CJ, Quick M, Jones A, Grayson JE. A Surgical Technique Using Presoaked Vancomycin Hamstring Grafts to Decrease the Risk of Infection After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2012;28(3):337-342. doi:10.1016/j.arthro.2011.08.301

89. Wang JHC. Mechanobiology of tendon. *J Biomech*. 2006;39(9):1563-1582. doi:10.1016/j.jbiomech.2005.05.011

90. Hulet C, Rochcongar G, Chapus V. Tibial Bone Tunnel Placement (Arthroscopically and with Fluoroscopy). In: Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S, eds. *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2014:147-158. doi:10.1007/978-3-642-45349-6_18

91. Hussein M, van Eck CF, Cretnik A, Dinevski D, Fu FH. Prospective randomized clinical evaluation of conventional single-bundle, anatomic single-bundle, and anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: 281 cases with 3- to 5-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2012;40(3):512-520. doi:10.1177/0363546511426416

92. Karlsson J, Irrgang JJ, van Eck CF, Samuelsson K, Mejia HA, Fu FH. Anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction, part 2: clinical application of surgical technique. *Am J Sports Med*. 2011;39(9):2016-2026. doi:10.1177/0363546511402660

93. van Eck CF, Lesniak BP, Schreiber VM, Fu FH. Anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction flowchart. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2010;26(2):258-268. doi:10.1016/j.arthro.2009.07.027

94. Yasuda K, van Eck CF, Hoshino Y, Fu FH, Tashman S. Anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction, part 1: Basic science. *Am J Sports Med*. 2011;39(8):1789-1799. doi:10.1177/0363546511402659

95. Kamath GV, Redfern JC, Greis PE, Burks RT. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2011;39(1):199-217. doi:10.1177/0363546510370929

96. Lind M, Menhert F, Pedersen AB. Incidence and outcome after revision anterior cruciate ligament reconstruction: results from the Danish registry for knee ligament reconstructions. *Am J Sports Med*. 2012;40(7):1551-1557. doi:10.1177/0363546512446000

97. Marchant BG, Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C. Prevalence of nonanatomical graft placement in a series of failed anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med*. 2010;38(10):1987-1996. doi:10.1177/0363546510372797

98. Sadoghi P, Kröpfl A, Jansson V, Müller PE, Pietschmann MF, Fischmeister MF. Impact of tibial and femoral tunnel position on clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2011;27(3):355-364. doi:10.1016/j.arthro.2010.08.015

99. Trojani C, Sbihi A, Djian P, et al. Causes for failure of ACL reconstruction and influence of meniscectomies after revision. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2011;19(2):196-201. doi:10.1007/s00167-010-1201-6

100. Colombet P, Robinson J, Christel P, et al. Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction: a cadaveric dissection and radiographic study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2006;22(9):984-992. doi:10.1016/j.arthro.2006.04.102

101. Zantop T, Wellmann M, Fu FH, Petersen W. Tunnel positioning of anteromedial and posterolateral bundles in anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: anatomic and radiographic findings. *Am J Sports Med*. 2008;36(1):65-72. doi:10.1177/0363546507308361

102. Kasten P, Szczodry M, Irrgang J, Kropf E, Costello J, Fu FH. What is the role of intra-operative fluoroscopic measurements to determine tibial tunnel placement in anatomical anterior cruciate ligament reconstruction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2010;18(9):1169-1175. doi:10.1007/s00167-010-1082-8

103. Lertwanich P, Martins CAQ, Asai S, Ingham SJM, Smolinski P, Fu FH. Anterior cruciate ligament tunnel position measurement reliability on 3-dimensional reconstructed computed tomography. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2011;27(3):391-398. doi:10.1016/j.arthro.2010.08.018

104. Ahn JH, Jeong HJ, Ko CS, Ko TS, Kim JH. Three-dimensional reconstruction computed tomography evaluation of tunnel location during single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of transtibial and 2-incision tibial tunnel-independent techniques. *Clin Orthop Surg*. 2013;5(1):26-35. doi:10.4055/cios.2013.5.1.26

105. Ferretti M, Doca D, Ingham SM, Cohen M, Fu FH. Bony and soft tissue landmarks of the ACL tibial insertion site: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2012;20(1):62-68. doi:10.1007/s00167-011-1592-z

106. Hutchinson MR, Bae TS. Reproducibility of anatomic tibial landmarks for anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med*. 2001;29(6):777-780. doi:10.1177/03635465010290061701

107. Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD, et al. Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med*. 2011;39(4):743-752. doi:10.1177/0363546510387511

108. Kongcharoensombat W, Ochi M, Abouheif M, et al. The Transverse Ligament as a Landmark for Tibial Sagittal Insertions of the Anterior Cruciate Ligament: A Cadaveric Study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2011;27(10):1395-1399. doi:10.1016/j.arthro.2011.05.019

109. Hwang MD, Piefer JW, Lubowitz JH. Anterior cruciate ligament tibial footprint anatomy: systematic review of the 21st century literature. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2012;28(5):728-734. doi:10.1016/j.arthro.2011.11.025

110. Borbon CA, Mouzopoulos G, Siebold R. Why perform an ACL augmentation? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2012;20(2):245-251. doi:10.1007/s00167-011-1565-2

111. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 1995;11(3):275-288. doi:10.1016/0749-8063(95)90003-9

112. Stäubli HU, Rauschning W. Tibial attachment area of the anterior cruciate ligament in the extended knee position. Anatomy and cryosections in vitro complemented by magnetic resonance arthrography in vivo. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 1994;2(3):138-146. doi:10.1007/BF01467915

113. Sullivan JP, Matava MJ, Flanigan DC, et al. Reliability of tunnel measurements and the quadrant method using fluoroscopic radiographs after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2012;40(10):2236-2241. doi:10.1177/0363546512458086

114. Aglietti P, Zaccherotti G, Menchetti PP, De Biase P. A comparison of clinical and radiological parameters with two arthroscopic techniques for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 1995;3(1):2-8. doi:10.1007/BF01553517

115. Bird JH, Carmont MR, Dhillon M, et al. Validation of a new technique to determine midbundle femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using 3-dimensional computed tomography analysis. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2011;27(9):1259-1267. doi:10.1016/j.arthro.2011.03.077

116. Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg*. 1997;10(1):14-21; discussion 21-22.

117. Milano G, Petersen W, Hoeher J, et al. Fixation. In: Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S, eds. *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2014:215-256. doi:10.1007/978-3-642-45349-6_24

118. Petre BM, Smith SD, Jansson KS, et al. Femoral cortical suspension devices for soft tissue anterior cruciate ligament reconstruction: a comparative biomechanical study. *Am J Sports Med*. 2013;41(2):416-422. doi:10.1177/0363546512469875

119. Kousa P, Järvinen TLN, Vihavainen M, Kannus P, Järvinen M. The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II: tibial site. *Am J Sports Med*. 2003;31(2):182-188. doi:10.1177/03635465030310020501

120. Risberg MA, Holm I, Steen H, Eriksson J, Ekeland A. The effect of knee bracing after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study with two years' follow-up. *Am J Sports Med*. 1999;27(1):76-83. doi:10.1177/03635465990270012101

121. McDevitt ER, Taylor DC, Miller MD, et al. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, multicenter study. *Am J Sports Med*. 2004;32(8):1887-1892. doi:10.1177/0363546504265998

122. Birmingham TB, Kramer JF, Kirkley A, Inglis JT, Spaulding SJ, Vandervoort AA. Knee bracing after ACL reconstruction: effects on postural control and proprioception. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(8):1253-1258. doi:10.1097/00005768-200108000-00002

123. Swirtun LR, Jansson A, Renström P. The effects of a functional knee brace during early treatment of patients with a nonoperated acute anterior cruciate ligament tear: a prospective randomized study. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. 2005;15(5):299-304. doi:10.1097/01.jsm.0000180018.14394.7e

124. Prodromos CC, ed. *The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science*. Second edition. Elsevier; 2018.

125. Aglietti P, Giron F, Losco M, Cuomo P, Ciardullo A, Mondanelli N. Comparison between single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. *Am J Sports Med*. 2010;38(1):25-34. doi:10.1177/0363546509347096

126. Ahldén M, Sernert N, Karlsson J, Kartus J. A prospective randomized study comparing double- and single-bundle techniques for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2013;41(11):2484-2491. doi:10.1177/0363546513497926

127. Araki D, Kuroda R, Kubo S, et al. A prospective randomised study of anatomical single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: quantitative evaluation using an electromagnetic measurement system. *Int Orthop*. 2011;35(3):439-446. doi:10.1007/s00264-010-1110-9

128. Branch TP, Siebold R, Freedberg HI, Jacobs CA. Double-bundle ACL reconstruction demonstrated superior clinical stability to single-bundle ACL reconstruction: a matched-pairs analysis of instrumented tests of tibial anterior translation and internal rotation laxity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2011;19(3):432-440. doi:10.1007/s00167-010-1247-5

129. Fujita N, Kuroda R, Matsumoto T, et al. Comparison of the clinical outcome of double-bundle, anteromedial single-bundle, and posterolateral single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon graft with minimum 2-year follow-up. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2011;27(7):906-913. doi:10.1016/j.arthro.2011.02.015

130. Hofbauer M, Valentin P, Kdolsky R, et al. Rotational and translational laxity after computer-navigated single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2010;18(9):1201-1207. doi:10.1007/s00167-009-0992-9

131. Kanaya A, Ochi M, Deie M, Adachi N, Nishimori M, Nakamae A. Intraoperative evaluation of anteroposterior and rotational stabilities in anterior cruciate ligament reconstruction: lower femoral tunnel placed single-bundle versus double-bundle reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2009;17(8):907-913. doi:10.1007/s00167-009-0757-5

132. Lee S, Kim H, Jang J, Seong SC, Lee MC. Intraoperative correlation analysis between tunnel position and translational and rotational stability in single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2012;28(10):1424-1436. doi:10.1016/j.arthro.2012.03.027

133. Bohn MB, Sørensen H, Petersen MK, Søballe K, Lind M. Rotational laxity after anatomical ACL reconstruction measured by 3-D motion analysis: a prospective randomized clinical trial comparing anatomic and nonanatomic ACL reconstruction techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(12):3473-3481. doi:10.1007/s00167-014-3156-5

134. Czamara A, Królikowska A, Szuba Ł, Widuchowski W, Kentel M. Single- vs. double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a new aspect of knee assessment during activities involving dynamic knee rotation. *J Strength Cond Res*. 2015;29(2):489-499. doi:10.1519/JSC.0000000000000638

135. Hemmerich A, van der Merwe W, Batterham M, Vaughan CL. Knee rotational laxity in a randomized comparison of single- versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2011;39(1):48-56. doi:10.1177/0363546510379333

136. Izawa T, Okazaki K, Tashiro Y, et al. Comparison of rotatory stability after anterior cruciate ligament reconstruction between single-bundle and double-bundle techniques. *Am J Sports Med*. 2011;39(7):1470-1477. doi:10.1177/0363546510397172

137. Gobbi A, Mahajan V, Karnatzikos G, Nakamura N. Single- versus double-bundle ACL reconstruction: is there any difference in stability and function at 3-year followup? *Clin Orthop*. 2012;470(3):824-834. doi:10.1007/s11999-011-1940-9

138. Siebold R, Dehler C, Ellert T. Prospective randomized comparison of double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2008;24(2):137-145. doi:10.1016/j.arthro.2007.11.013

139. Dejour D, Vanconcelos W, Bonin N, Saggin PRF. Comparative study between mono-bundle bone-patellar tendon-bone, double-bundle hamstring and mono-bundle bone-patellar tendon-bone combined with a modified Lemaire extra-articular procedure in anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*. 2013;37(2):193-199. doi:10.1007/s00264-012-1718-z

140. Volpi P, Cervellin M, Denti M, et al. ACL reconstruction in sports active people: transtibial DB technique with ST/G vs. transtibial SB technique with BPTB: preliminary results. *Injury*. 2010;41(11):1168-1171. doi:10.1016/j.injury.2010.09.029

141. Järvelä S, Kiekara T, Suomalainen P, Järvelä T. Double-Bundle Versus Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Randomized Study With 10-Year Results. *Am J Sports Med*. 2017;45(11):2578-2585. doi:10.1177/0363546517712231

142. Zaffagnini S, Bruni D, Russo A, et al. ST/G ACL reconstruction: double strand plus extra-articular sling vs double bundle, randomized study at 3-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18(5):573-581. doi:10.1111/j.1600-0838.2007.00697.x

143. Zaffagnini S, Bruni D, Marcheggiani Muccioli GM, et al. Single-bundle patellar tendon versus non-anatomical double-bundle hamstrings ACL reconstruction: a prospective randomized study at 8-year minimum follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2011;19(3):390-397. doi:10.1007/s00167-010-1225-y

144. Muneta T, Koga H, Mochizuki T, et al. A prospective randomized study of 4-strand semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction comparing single-bundle and double-bundle techniques. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2007;23(6):618-628. doi:10.1016/j.arthro.2007.04.010

145. Andrés-Cano P, Godino M, Vides M, Guerado E. Postoperative complications of anterior cruciate ligament reconstruction after ambulatory surgery. *Rev Espanola Cirugia Ortop Traumatol*. 2015;59(3):157-164. doi:10.1016/j.recot.2014.09.001

146. Baverel L, Demey G, Odri GA, Leroy P, Saffarini M, Dejour D. Do outcomes of outpatient ACL reconstruction vary with graft type? *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2015;101(7):803-806. doi:10.1016/j.otsr.2015.08.012

147. Van Eck CF, Davidson K, Hussein M, Macalena J. Anticoagulation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. In: Nakamura N, Zaffagnini S, Marx RG, Musahl V, eds. *Controversies in the Technical Aspects of ACL Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2017:87-101. doi:10.1007/978-3-662-52742-9_10

148. Cannegieter SC, Doggen CJM, van Houwelingen HC, Rosendaal FR. Travel-related venous thrombosis: results from a large population-based case control study (MEGA study). *PLoS Med*. 2006;3(8):e307. doi:10.1371/journal.pmed.0030307

149. Marlovits S, Striessnig G, Schuster R, et al. Extended-duration thromboprophylaxis with enoxaparin after arthroscopic surgery of the anterior cruciate ligament: a prospective, randomized, placebo-controlled study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2007;23(7):696-702. doi:10.1016/j.arthro.2007.02.001

150. Mayr HO, Stoehr A, Dietrich M, et al. Graft-dependent differences in the ligamentization process of anterior cruciate ligament grafts in a sheep trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2012;20(5):947-956. doi:10.1007/s00167-011-1678-7

151. Zoran Z, Ivan V, Egon B, Dubravka B, Vjekoslav W, Vjekoslav K. Knee stability after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using the middle third of the patellar ligament and quadrupled hamstring tendons grafts - A two-year follow-up. *Injury*. 2015;46 Suppl 6:S91-95. doi:10.1016/j.injury.2015.10.056

152. Wilk KE, Reinold MM, Hooks TR. Recent advances in the rehabilitation of isolated and combined anterior cruciate ligament injuries. *Orthop Clin North Am*. 2003;34(1):107-137. doi:10.1016/s0030-5898(02)00064-0

153. Stoehr A, Mayr H, Wondrasch B, Fink C. Rehabilitation and Return to Sports. In: Siebold R, Dejour D, Zaffagnini S, eds. *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Springer Berlin Heidelberg; 2014:477-487. doi:10.1007/978-3-642-45349-6_42

154. Hopkins JT, Ingersoll CD. Arthrogenic Muscle inhibition: A Limiting Factor in Joint Rehabilitation. *J Sport Rehabil*. 2000;9(2):135-159. doi:10.1123/jsr.9.2.135

155. Raynor MC, Pietrobon R, Guller U, Higgins LD. Cryotherapy after ACL reconstruction: a meta-analysis. *J Knee Surg*. 2005;18(2):123-129. doi:10.1055/s-0030-1248169

156. Escamilla RF, Macleod TD, Wilk KE, Paulos L, Andrews JR. Anterior cruciate ligament strain and tensile forces for weight-bearing and non-weight-bearing exercises: a guide to exercise selection. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(3):208-220. doi:10.2519/jospt.2012.3768

157. van Grinsven S, van Cingel REH, Holla CJM, van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2010;18(8):1128-1144. doi:10.1007/s00167-009-1027-2

158. Chmielewski TL, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Development of dynamic knee stability after acute ACL injury. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol*. 2002;12(4):267-274. doi:10.1016/s1050-6411(02)00013-5

159. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part 2. *Am J Sports Med*. 2005;33(11):1751-1767. doi:10.1177/0363546505279922

160. Arna Risberg M, Lewek M, Snyder-Mackler L. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? *Phys Ther Sport*. 2004;5(3):125-145. doi:10.1016/j.ptsp.2004.02.003

161. Risberg MA, Mørk M, Jenssen HK, Holm I. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001;31(11):620-631. doi:10.2519/jospt.2001.31.11.620

162. Johnson DS, Smith RB. Outcome measurement in the ACL deficient knee--what's the score? *The Knee*. 2001;8(1):51-57. doi:10.1016/s0968-0160(01)00068-0

163. Gifstad T, Sole A, Strand T, Uppheim G, Grøntvedt T, Drogset JO. Long-term follow-up of patellar tendon grafts or hamstring tendon grafts in endoscopic ACL reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2013;21(3):576-583. doi:10.1007/s00167-012-1947-0

164. Sajovic M, Strahovnik A, Dernovsek MZ, Skaza K. Quality of life and clinical outcome comparison of semitendinosus and gracilis tendon versus patellar tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: an 11-year follow-up of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2011;39(10):2161-2169. doi:10.1177/0363546511411702

165. Leys T, Salmon L, Waller A, Linklater J, Pinczewski L. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med*. 2012;40(3):595-605. doi:10.1177/0363546511430375

166. Inderhaug E, Strand T, Fischer-Bredenbeck C, Solheim E. Long-term results after reconstruction of the ACL with hamstrings autograft and transtibial femoral drilling. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2013;21(9):2004-2010. doi:10.1007/s00167-012-2330-x

167. Ochiai S, Hagino T, Haro H. Complications of ACL Reconstruction. In: Ochi M, Shino K, Yasuda K, Kurosaka M, eds. *ACL Injury and Its Treatment*. Springer Japan; 2016:507-519. doi:10.1007/978-4-431-55858-3_40

168. Hagino T, Ochiai S, Watanabe Y, et al. Complications after arthroscopic knee surgery. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(11):1561-1564. doi:10.1007/s00402-014-2054-0

169. Tifford CD, Spero L, Luke T, Plancher KD. The relationship of the infrapatellar branches of the saphenous nerve to arthroscopy portals and incisions for anterior cruciate ligament surgery. An anatomic study. *Am J Sports Med*. 2000;28(4):562-567. doi:10.1177/03635465000280042001

170. Bertram C, Porsch M, Hackenbroch MH, Terhaag D. Saphenous neuralgia after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction with a semitendinosus and gracilis tendon graft. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2000;16(7):763-766. doi:10.1053/jars.2000.4820

171. Mochida H, Kikuchi S. Injury to infrapatellar branch of saphenous nerve in arthroscopic knee surgery. *Clin Orthop*. 1995;(320):88-94.

172. Portland GH, Martin D, Keene G, Menz T. Injury to the infrapatellar branch of the saphenous nerve in anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of horizontal versus vertical harvest site incisions. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2005;21(3):281-285. doi:10.1016/j.arthro.2004.10.018

173. Pinar H, Ozkan M, Akseki D, Yörükoğlu K. Traumatic prepatellar neuroma: an unusual cause of anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 1996;4(3):154-156. doi:10.1007/BF01577408

174. Poehling GG, Pollock FE, Koman LA. Reflex sympathetic dystrophy of the knee after sensory nerve injury. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 1988;4(1):31-35. doi:10.1016/s0749-8063(88)80008-2

175. Vardi G. Sciatic nerve injury following hamstring harvest. *The Knee*. 2004;11(1):37-39. doi:10.1016/S0968-0160(03)00066-8

176. Nakamura M, Deie M, Shibuya H, et al. Potential Risks of Femoral Tunnel Drilling Through the Far Anteromedial Portal: A Cadaveric Study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2009;25(5):481-487. doi:10.1016/j.arthro.2008.11.010

177. Basdekis G, Abisafi C, Christel P. Influence of Knee Flexion Angle on Femoral Tunnel Characteristics When Drilled Through the Anteromedial Portal During Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2008;24(4):459-464. doi:10.1016/j.arthro.2007.10.012

178. Roth JH, Bray RC. Popliteal artery injury during anterior cruciate ligament reconstruction: brief report. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(5):840. doi:10.1302/0301-620X.70B5.3192593

179. Aldridge JM, Weaver JP, Mallon WJ. Avulsion of the middle genicular artery: a previously unreported complication of anterior cruciate ligament repair. A case report. *Am J Sports Med*. 2002;30(5):748-750. doi:10.1177/03635465020300052001

180. Hughes AW, Dwyer AJ, Govindaswamy R, Lankester B. The use of intra-operative fluoroscopy for tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Bone Jt Res*. 2012;1(10):234-237. doi:10.1302/2046-3758.110.2000086

181. Mehta VM, Paxton EW, Fithian DC. Does the Use of Fluoroscopy and Isometry During Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Affect Surgical Decision Making? *Clin J Sport Med*. 2009;19(1):46-48. doi:10.1097/JSM.0b013e3181915bd7

182. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current Trends in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 1999;27(6):821-830. doi:10.1177/03635465990270062501

183. Almazán A, Miguel A, Odor A, Ibarra JC. Intraoperative incidents and complications in primary arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2006;22(11):1211-1217. doi:10.1016/j.arthro.2006.06.019

184. Papalia R, Vasta S, D'Adamio S, Giacalone A, Maffulli N, Denaro V. Metallic or bioabsorbable interference screw for graft fixation in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction? *Br Med Bull*. 2014;109(1):19-29. doi:10.1093/bmb/ldt038

185. Lubowitz JH. Anteromedial Portal Technique for the Anterior Cruciate Ligament Femoral Socket: Pitfalls and Solutions. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2009;25(1):95-101. doi:10.1016/j.arthro.2008.10.012

186. Niki Y, Hakozaki A, Iwamoto W, et al. Factors affecting anterior knee pain following anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20(8):1543-1549. doi:10.1007/s00167-011-1746-z

187. Reuben SS. Preventing the development of complex regional pain syndrome after surgery. *Anesthesiology*. 2004;101(5):1215-1224. doi:10.1097/00000542-200411000-00023

188. DeHaven KE, Cosgarea AJ, Sebastianelli WJ. Arthrofibrosis of the knee following ligament surgery. *Instr Course Lect*. 2003;52:369-381.

189. Austin JC, Phornphutkul C, Wojtys EM. Loss of knee extension after anterior cruciate ligament reconstruction: effects of knee position and graft tensioning. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(7):1565-1574. doi:10.2106/JBJS.F.00370

190. Jackson DW, Schaefer RK. Cyclops syndrome: loss of extension following intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 1990;6(3):171-178. doi:10.1016/0749-8063(90)90072-l

191. Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, DeCarlo M. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction: The effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *Am J Sports Med*. 1991;19(4):332-336. doi:10.1177/036354659101900402

192. Crawford SN, Waterman MBR, Lubowitz JH. Long-Term Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2013;29(9):1566-1571. doi:10.1016/j.arthro.2013.04.014

193. Maletis GB, Inacio MCS, Desmond JL, Funahashi TT. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: Association of graft choice with increased risk of early revision. *Bone Jt J*. 2013;95-B(5):623-628. doi:10.1302/0301-620X.95B5.30872

194. Suomalainen P, Järvelä T, Paakkala A, Kannus P, Järvinen M. Double-Bundle Versus Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Randomized Study With 5-Year Results. *Am J Sports Med*. 2012;40(7):1511-1518. doi:10.1177/0363546512448177

195. Barrett AM, Craft JA, Replogle WH, Hydrick JM, Barrett GR. Anterior Cruciate Ligament Graft Failure: A Comparison of Graft Type Based on Age and Tegner Activity Level. *Am J Sports Med*. 2011;39(10):2194-2198. doi:10.1177/0363546511415655

196. Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2005;21(8):948-957. doi:10.1016/j.arthro.2005.04.110

197. Conte EJ, Hyatt AE, Gatt CJ, Dhawan A. Hamstring Autograft Size Can Be Predicted and Is a Potential Risk Factor for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failure. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2014;30(7):882-890. doi:10.1016/j.arthro.2014.03.028

198. Indelli PF, Dillingham M, Fanton G, Schurman DJ. Septic arthritis in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop*. 2002;(398):182-188. doi:10.1097/00003086-200205000-00026

199. Torres-Claramunt R, Pelfort X, Erquicia J, et al. Knee joint infection after ACL reconstruction: prevalence, management and functional outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(12):2844-2849. doi:10.1007/s00167-012-2264-3

200. McAllister DR, Parker RD, Cooper AE, Recht MP, Abate J. Outcomes of postoperative septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 1999;27(5):562-570. doi:10.1177/03635465990270050301

201. Brophy RH, Wright RW, Huston LJ, Nwosu SK, the MOON Knee Group, Spindler KP. Factors Associated with Infection Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Bone Jt Surg*. 2015;97(6):450-454. doi:10.2106/JBJS.N.00694

202. Kim SJ, Postigo R, Koo S, Kim JH. Infection After Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthopedics*. 2014;37(7):477-484. doi:10.3928/01477447-20140626-06

203. Binnet MS, Başarir K. Risk and outcome of infection after different arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction techniques. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2007;23(8):862-868. doi:10.1016/j.arthro.2007.02.008

204. Van Tongel A, Stuyck J, Bellemans J, Vandenneucker H. Septic Arthrt anitis after Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Analysis of Incidence, Managemend Outcome. *Am J Sports Med*. 2007;35(7):1059-1063. doi:10.1177/0363546507299443

205. Matava MJ, Evans TA, Wright RW, Shively RA. Septic arthritis of the knee following anterior cruciate ligament reconstruction: results of a survey of sports medicine fellowship directors. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 1998;14(7):717-725. doi:10.1016/s0749-8063(98)70098-2

206. Struijk-Mulder MC, Ettema HB, Verheyen CCPM, Büller HR. Deep Vein Thrombosis After Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Cohort Study of 100 Patients. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2013;29(7):1211-1216. doi:10.1016/j.arthro.2013.04.015

207. Ye S, Dongyang C, Zhihong X, et al. The Incidence of Deep Venous Thrombosis After Arthroscopically Assisted Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2013;29(4):742-747. doi:10.1016/j.arthro.2013.01.017

208. Cullison TR, Muldoon MP, Gorman JD, Goff WB. The incidence of deep venous thrombosis in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 1996;12(6):657-

659. doi:10.1016/s0749-8063(96)90166-8

209. Camporese G, Bernardi E, Prandoni P, et al. Low-molecular-weight heparin versus compression stockings for thromboprophylaxis after knee arthroscopy: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2008;149(2):73-82. doi:10.7326/0003-4819-149-2-200807150-00003

210. Mossaid A. *Résultats Cliniques Du Traitement de l'instabilité Antérieure Chronique Du Genou Par Ligamentoplastie Utilisant La Technique Du Droit Interne Demi Tendineux Sous Arthroscopie*. Faculté de médecine et de pharmacie de Casablanca; 2016.

211. Pinczewski LA, Lyman J, Salmon LJ, Russell VJ, Roe J, Linklater J. A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial. *Am J Sports Med*. 2007;35(4):564-574.