

# Université de Poitiers

## Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2018

### THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE  
(décret du 16 janvier 2004)

présentée et soutenue publiquement  
le 7 décembre 2018 à Poitiers  
par Mademoiselle Maité LAINELLE

Rééducation post ligamentoplastie du genou en libéral ou en centre : impact sur  
la récupération musculaire post opératoire

#### COMPOSITION DU JURY

**Président** : Monsieur le Professeur Pierre PRIES

**Membres** : Monsieur le Professeur Louis - Etienne GAYET

Monsieur le Professeur François BIRAULT

**Directeur de thèse** : Madame le Docteur Pauline LARBERE

Le Doyen,

Année universitaire 2018 - 2019

## LISTE DES ENSEIGNANTS DE MEDECINE

### Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

- ALLAL Joseph, thérapeutique
- BATAILLE Benoît, neurochirurgie (**retraite 09/2019**)
- BRIDOUX Frank, néphrologie
- BURUCCO Christophe, bactériologie – virologie
- CARRÉTIER Michel, chirurgie générale (**retraite 09/2019**)
- CHEZE-LE REST Catherine, biophysique et médecine nucléaire
- CHRISTIAENS Luc, cardiologie
- CORBI Pierre, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- DAHYOT-FIZELIER Claire, anesthésiologie – réanimation
- DEBAENE Bertrand, anesthésiologie réanimation
- DEBIAIS Françoise, rhumatologie
- DROUOT Xavier, physiologie
- DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie
- FAURE Jean-Pierre, anatomie
- FRASCA Denis, anesthésiologie-réanimation
- FRITEL Xavier, gynécologie-obstétrique
- GAYET Louis-Etienne, chirurgie orthopédique et traumatologique
- GERVAIS Elisabeth, rhumatologie
- GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie
- GILBERT Brigitte, génétique
- GOMBERT Jean-Marc, immunologie
- GOUJON Jean-Michel, anatomie et cytologie pathologiques
- GUILLEVIN Rémy, radiologie et imagerie médicale
- HAUET Thierry, biochimie et biologie moléculaire
- HOUETO Jean-Luc, neurologie
- INGRAND Pierre, biostatistiques, informatique médicale
- JAAFARI Nematollah, psychiatrie d'adultes
- JABER Mohamed, cytologie et histologie
- JAYLE Christophe, chirurgie thoracique t cardio-vasculaire
- KARAYAN-TAPON Lucie, cancérologie
- KEMOUN Gilles, médecine physique et de réadaptation (**en détachement**)
- KRAIMPS Jean-Louis, chirurgie générale
- LECLERE Franck, chirurgie plastique, reconstructrice
- LECRON Jean-Claude, biochimie et biologie moléculaire
- LELEU Xavier, hématologie
- LEVARD Guillaume, chirurgie infantile
- LEVEQUE Nicolas, bactériologie-virologie
- LEVEZIEL Nicolas, ophtalmologie
- MACCHI Laurent, hématologie
- MCHEIK Jiad, chirurgie infantile
- MEURICE Jean-Claude, pneumologie
- MIGEOT Virginie, santé publique
- MILLOT Frédéric, pédiatrie, oncologie pédiatrique
- MIMOZ Olivier, anesthésiologie – réanimation
- NEAU Jean-Philippe, neurologie
- ORIOT Denis, pédiatrie
- PACCALIN Marc, gériatrie
- PERAULT Marie-Christine, pharmacologie clinique
- PERDRISOT Rémy, biophysique et médecine nucléaire
- PIERRE Fabrice, gynécologie et obstétrique
- PRIES Pierre, chirurgie orthopédique et traumatologique
- RICHER Jean-Pierre, anatomie
- RIGOUARD Philippe, neurochirurgie

- ROBERT René, réanimation
- ROBLOT France, maladies infectieuses, maladies tropicales
- ROBLOT Pascal, médecine interne
- RODIER Marie-Hélène, parasitologie et mycologie
- SAULNIER Pierre-Jean, thérapeutique
- SCHNEIDER Fabrice, chirurgie vasculaire
- SILVAIN Christine, hépato-gastro-entérologie
- TASU Jean-Pierre, radiologie et imagerie médicale
- THIERRY Antoine, néphrologie
- THILLE Arnaud, réanimation
- TOUGERON David, gastro-entérologie
- TOURANI Jean-Marc, cancérologie (**retraite 09/2019**)
- WAGER Michel, neurochirurgie
- XAVIER Jean, pédopsychiatrie

### Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens Hospitaliers

- ALBOUY-LLATY Marion, santé publique
- BEBY-DEFAUX Agnès, bactériologie – virologie
- BEN-BRIK Eric, médecine du travail (**en détachement**)
- BILAN Frédéric, génétique
- BOURMEYSTER Nicolas, biologie cellulaire
- CASTEL Olivier, bactériologie - virologie – hygiène
- COUDROY Rémy, réanimation (**en mission 1 an**)
- CREMNITER Julie, bactériologie – virologie
- DIAZ Véronique, physiologie
- FROUIN Eric, anatomie et cytologie pathologiques
- GARCIA Magali, bactériologie-virologie (**en mission 1 an**)
- JAVAUGUE Vincent, néphrologie
- LAFAY Claire, pharmacologie clinique
- PALAZZO Paola, neurologie (**pas avant janvier 2019**)
- PERRAUD Estelle, parasitologie et mycologie
- RAMMAERT-PALTRIE Blandine, maladies infectieuses
- SAPANET Michel, médecine légale
- THUILLIER Raphaël, biochimie et biologie moléculaire

### Professeur des universités de médecine générale

- BINDER Philippe
- GOMES DA CUNHA José

#### **Professeurs associés de médecine générale**

- BIRAULT François
- FRECHE Bernard
- MIGNOT Stéphanie
- PARTHENAY Pascal
- VALETTE Thierry

#### **Maîtres de Conférences associés de médecine générale**

- AUDIER Pascal
- ARCHAMBAULT Pierrick
- BRABANT Yann
- VICTOR-CHAPLET Valérie

#### **Enseignants d'Anglais**

- DEBAIL Didier, professeur certifié
- GAY Julie, professeur agrégé

#### **Professeurs émérites**

- DORE Bertrand, urologie (08/2020)
- EUGENE Michel, physiologie (08/2019)
- GIL Roger, neurologie (08/2020)
- GUILHOT-GAUDEFFROY François, hématologie et transfusion (08/2020)
- HERPIN Daniel, cardiologie (08/2020)
- KITZIS Alain, biologie cellulaire (16/02/2019)
- MARECHAUD Richard, médecine interne (24/11/2020)
- MAUCO Gérard, biochimie et biologie moléculaire (08/2021)
- RICCO Jean-Baptiste, chirurgie vasculaire (08/2020)
- SENON Jean-Louis, psychiatrie d'adultes (08/2020)
- TOUCHARD Guy, néphrologie (08/2021)

#### **Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires**

- AGIUS Gérard, bactériologie-virologie
- ALCALAY Michel, rhumatologie
- ARIES Jacques, anesthésiologie-réanimation
- BABIN Michèle, anatomie et cytologie pathologiques
- BABIN Philippe, anatomie et cytologie pathologiques
- BARBIER Jacques, chirurgie générale (ex-émérite)
- BARRIERE Michel, biochimie et biologie moléculaire
- BECQ-GIRAUDON Bertrand, maladies infectieuses, maladies tropicales (ex-émérite)
- BEGON François, biophysique, médecine nucléaire
- BOINOT Catherine, hématologie – transfusion
- BONTOUX Daniel, rhumatologie (ex-émérite)
- BURIN Pierre, histologie
- CASTETS Monique, bactériologie -virologie – hygiène
- CAVELLIER Jean-François, biophysique et médecine nucléaire
- CHANSIGAUD Jean-Pierre, biologie du développement et de la reproduction
- CLARAC Jean-Pierre, chirurgie orthopédique
- DABAN Alain, oncologie radiothérapie (ex-émérite)
- DAGREGORIO Guy, chirurgie plastique et reconstructrice
- DESMAREST Marie-Cécile, hématologie
- DEMANGE Jean, cardiologie et maladies vasculaires
- FAUCHERE Jean-Louis, bactériologie-virologie (ex-émérite)
- FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (ex-émérite)
- GRIGNON Bernadette, bactériologie
- GUILLARD Olivier, biochimie et biologie moléculaire
- GUILLET Gérard, dermatologie
- JACQUEMIN Jean-Louis, parasitologie et mycologie médicale
- KAMINA Pierre, anatomie (ex-émérite)
- KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino-Laryngologie
- LAPIERRE Françoise, neurochirurgie (ex-émérite)
- LARSEN Christian-Jacques, biochimie et biologie moléculaire
- LEVILLAIN Pierre, anatomie et cytologie pathologiques
- MAGNIN Guillaume, gynécologie-obstétrique (ex-émérite)
- MAIN de BOISSIERE Alain, pédiatrie
- MARCELLI Daniel, pédopsychiatrie (ex-émérite)
- MARILLAUD Albert, physiologie
- MENU Paul, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire (ex-émérite)
- MORICHAU-BEAUCHANT Michel, hépato-gastro-entérologie
- MORIN Michel, radiologie, imagerie médicale
- PAQUEREAU Joël, physiologie
- POINTREAU Philippe, biochimie
- POURRAT Olivier, médecine interne (ex-émérite)
- REISS Daniel, biochimie
- RIDEAU Yves, anatomie
- SULTAN Yvette, hématologie et transfusion
- TALLINEAU Claude, biochimie et biologie moléculaire
- TANZER Joseph, hématologie et transfusion (ex-émérite)
- VANDERMARCQ Guy, radiologie et imagerie médicale

# REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Pries. Je vous remercie de l'honneur que vous me faites de présider ma thèse. Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon profond respect à votre égard.

A Monsieur le Professeur Gayet. Je vous remercie d'avoir accepté d'être membre du jury de cette thèse. Recevez l'expression de mes sincères remerciements et de ma reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Birault. Je vous remercie d'avoir accepté de juger cette thèse. Merci pour tout ce que vous m'avez appris tant sur la pratique que sur moi –même pendant mon stage en SASPAS.

A Madame le Docteur Larbère. Je te remercie d'avoir accepté de diriger mon travail. Merci pour ton soutien, tous les précieux conseils, ton aide tout au long de cette thèse et ta grande disponibilité. Tu as su me redonner confiance dans les moments de doutes. Merci de m'avoir fait découvrir l'échographie. Sois assurée de toute mon amitié.

A Madame le Docteur Delaubier. Grace à vous j'ai pu réaliser un semestre dans votre service de Médecine Physique et Réadaptation au CHU de Poitiers. Un grand merci pour votre enseignement. Soyez assurée de ma reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Guillard. Merci pour vos précieux conseils au moment de l'élaboration de cette thèse.

Un grand merci à l'équipe de kinésithérapie du service de Médecine Physique et Réadaptation du CHU Poitiers (Pascal, Jonathan...) avec qui le projet de cette thèse s'est construit.

A mes parents. Merci d'être toujours présents pour moi et de me soutenir au quotidien. Je n'ai pas assez de mots pour vous remercier pour tout ce que vous faites, vous êtes mon équilibre. Merci pour tout.

A mes frères. Ces années de médecine m'ont souvent fait manquer de temps pour vous, mais il nous reste toute la vie pour en profiter. Merci Jérôme pour ton aide.

A toute ma famille. Merci pour votre soutien.

A mamie, partie trop rapidement.

A Aurélia, ma cousine, ma globetrotteuse préférée, ma Germaine. A toutes nos péripéties, merci de me faire dépasser mes limites. Il nous reste encore plein de « Germaine et Thérèse en voyage » et de « Micheline à peu près ».

A mes ami(e)s.

Qui m'accompagnent au quotidien.

A Mélanie, mon amie de toujours, ma confidente, ma sœur de cœur. Merci d'être à mes côtés depuis toutes ses années pour le meilleur et pour le pire. Tu es toujours là et je sais que tu le seras encore pour longtemps. A Antoine, mon ami, pour ses années passées ensemble, merci d'être présent pour moi. Merci à tous les deux de m'avoir fait le privilège d'être la marraine de Théo. A Théo et Lohan qui me remplissent d'amour et de bonheur. Merci à tous les quatre, sans vous la vie ne serait pas ce qu'elle est. Merci pour tout.

A mes amies de faculté, Marion, Anaïs, Lore-Hélène, Julie-May, Alice. Merci d'être là, il nous reste encore pleins d'années remplies de voyage, de bonheur, de fou-rires et d'amitié.

A Lucie, ma lulu, ma compatriote de marathon. Je suis ravie de t'avoir dans ma vie et de t'emmener dans mes défis parfois un peu fous. Merci de m'avoir présenté Clémence, avec qui un merveilleux projet s'est construit. Merci à toutes les deux.

A Vivien, Geoffrey, Charlène, Gaëlle, Vincent, Joris, Mélina, Sébastien, Jean Marie, Aurore, Marie, Morgan, Marion. A Jessica, merci pour ton aide précieuse, ta rapidité et ta disponibilité. A la team Laurine et Charlène. Merci à tous pour tous ces bons moments, de m'entourer et de me suivre depuis toutes ses années. Forever Young.

A Marie, ma super coloc, qui m'épaula au quotidien. Tu es une sublime rencontre et une merveilleuse personne ne change rien. Merci d'être là.

A Laure, avec qui j'ai surfé ma première vague et avec qui j'ai réussi à rentrer dans l'eau avec tous ces poissons ! Pour toute notre amitié, nos bons moments passés ensemble, nos soirées inattendues qui sont souvent les meilleures. On a bien fait de faire ce bike... Merci de m'avoir fait rencontrer Célia, je suis ravie de vous avoir à mes côtés. Merci Michel de m'avoir aidé pour les statistiques et avoir su me conseiller.

A Damien, mon co-interne, mon ami. Heureusement que la San Peligrino existe.

A Jessica et Sophie mes copines de step et bien plus, merci pour tous ces bons moments. A Cédric et Yorick qui m'ont fait découvrir cette discipline. Merci pour votre bonne humeur.

A mes vieilles copines, Alexandra, Juliette, Laureen, Eva, Marion. A Louise et Clémence mes copines de dance-floor. Pour toutes ces années à vos cotés.

A Elise, mon entraîneur de GR, mon amie. Pour tous nos week-ends de compétitions avec les petits déjeuners chez Ibis, pour mon super justaucorps et ces heures d'entraînement et de partage.

A Maud, ma copine de surf. A notre amitié naissante.

A Khalid. Merci pour ta bienveillance.

A mes amis de Cross Training Poitiers, Maman (Sabine) dont je suis ravie d'être le petit piment d'Espelette, Marinne, Antho, Marie, Ingrid, Maudus... Au super coach et ami Hugo, merci pour ta bonne humeur. A Joffrey qui me soutient depuis notre rencontre au quotidien. Merci à tous, sans vous ces années à Poitiers n'auraient pas été les mêmes.

A Jérôme, mon kiné préféré, mon ami. Merci pour ton soutien et de croire en moi. A Prisca, qui m'a fait découvrir la médecine du sport. Merci pour ta disponibilité et ton accueil. A Alexis, merci pour ta disponibilité et la découverte de la podologie.

Merci à toutes les personnes qui m'entourent de contribuer à mon bonheur et à mon équilibre au quotidien. L'amitié n'est pas qu'une question de temps ou de distance.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>10</b>
<b>PARTIE I : GENERALITES .....</b>	<b>12</b>
<b>LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR.....</b>	<b>13</b>
1) <b>EPIDEMIOLOGIE ET FACTEURS DE RISQUE .....</b>	<b>13</b>
2) <b>LE MECANISME.....</b>	<b>15</b>
3) <b>LE DIAGNOSTIC .....</b>	<b>16</b>
4) <b>LES DIFFERENTES TECHNIQUES CHIRURGICALES.....</b>	<b>17</b>
4.1) Les indications .....	17
4.2) Les différentes techniques.....	19
<b>LA REEDUCATION DANS LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR.....</b>	<b>21</b>
1) <b>INTERET DE LA REEDUCATION PRE-OPERATOIRE.....</b>	<b>21</b>
2) <b>LA REEDUCATION POSTOPERATOIRE : LIBERAL ET CENTRE DE REEDUCATION.....</b>	<b>22</b>
2.1) Les différentes techniques de rééducation .....	22
2.1.1) La cryothérapie .....	22
2.1.2) Mobilisation passive continue.....	23
2.1.3) Réveil musculaire et électrostimulation excitomotrice .....	23
2.1.4) Renforcement musculaire en chaîne cinétique ouverte ou en chaîne cinétique fermée .....	23
2.1.5) Isocinétisme .....	24
2.1.6) Reprogrammation neuromotrice .....	24
2.2) Les protocoles .....	25
2.2.1) Protocoles standardisés .....	25
2.2.1.a) Le protocole classique.....	25
2.2.1.b) Le protocole accéléré .....	29
2.2.2) Protocoles en fonction des chirurgiens .....	29
2.3) Les modalités de prise en charge .....	30
2.3.1) En ambulatoire .....	31
2.3.2) En centre spécialisé.....	31
<b>L'ISOCINETISME DANS LE SUIVI REEDUCATIF.....</b>	<b>32</b>
1) <b>HISTOIRE DE L'ISOCINETISME.....</b>	<b>32</b>
2) <b>APPLICATIONS DE L'ISOCINETISME .....</b>	<b>33</b>

<b>3) INTERET DE L'ISOCINETISME DANS LA LIGAMENTOPLASTIE DU GENOU</b>	<b>33</b>
<b>4) LES MODALITES DE REALISATION</b>	<b>34</b>
4.1) Echauffement	34
4.2) Installation : pour un test appliqué au genou	34
4.3) Protocole d'évaluation	35
<b>5) INTERPRETATION DES DONNEES</b>	<b>36</b>
<b>LA REPRISE DU SPORT</b>	<b>38</b>
<b>1) LES DELAIS ET LE TAUX DE REPRISE DU SPORT</b>	<b>38</b>
<b>2) LES CRITERES DE REPRISE DU SPORT</b>	<b>39</b>
<b>PARTIE II : ETUDE</b>	<b>42</b>
<b>OBJECTIFS</b>	<b>43</b>
<b>MATERIEL ET METHODES</b>	<b>44</b>
<b>1) CRITERES D'EVALUATION</b>	<b>44</b>
1.1 Critère d'évaluation principal	44
1.2 Critères d'évaluation secondaires	44
<b>2) MOYENS D'EVALUATION</b>	<b>45</b>
2.1 La machine isocinétique	45
2.2 L'IKDC : International Knee Documentation Comitee	45
2.3 Le score de LYSHOLM et TEGNER	46
<b>3) SCHEMA DE L'ETUDE</b>	<b>47</b>
3.1) Mesures réduisant les biais	47
3.2) Le test isocinétique	47
<b>4) POPULATION ETUDIEE</b>	<b>49</b>
4.1) Les critères d'inclusion	49
4.2) Les critères d'exclusion	49
<b>5) RECUEIL DES DONNEES</b>	<b>49</b>
<b>6) ÉVALUATION STATISTIQUE</b>	<b>50</b>
<b>RESULTATS</b>	<b>51</b>
<b>1) DESCRIPTION DE LA POPULATION</b>	<b>51</b>
<b>2) DESCRIPTION DES RESULTATS</b>	<b>53</b>
2.1) Critère d'évaluation principal	53
2.2) Critères d'évaluation secondaire	54
2.2.1) Comparaison entre le 8 <sup>e</sup> - 13 <sup>e</sup> mois	54

2.2.2) Résultats des tests isocinétiques en fonction du type de ligamentoplastie .....	55
2.2.3) Analyse du questionnaire sur la reprise du sport et les complications .....	57
2.2.4) Concernant le score IKDC et le score de Lysholm et Tegner .....	58
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>60</b>
<b>1) CHOIX DES PATIENTS ET PROTOCOLE.....</b>	<b>60</b>
<b>2) ANALYSE DES RESULTATS .....</b>	<b>61</b>
2.1) Population .....	61
2.2) Critère de jugement principal .....	62
2.3) Critères de jugement secondaire .....	63
2.3.1) Comparaison des tests réalisés entre 8 et 13 mois. ....	63
2.3.2) Comparaison en fonction des types de chirurgies .....	64
2.3.3) Analyse du questionnaire .....	64
2.3.4) Analyse du score IKDC et du score de Lysholm et Tegner .....	65
<b>3) CHOIX DES ECHELLES D’EVALUATION.....</b>	<b>65</b>
<b>4) CHOIX DE LA MODALITE DE PRISE EN CHARGE.....</b>	<b>66</b>
<b>5) LIMITES ET INTERETS DE L’ETUDE.....</b>	<b>68</b>
<b>6) PERSPECTIVES .....</b>	<b>69</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>70</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>71</b>
ANNEXE 1 : Protocole établi lors des 23e Entretiens de Médecine Physique et de Réadaptation en 2005 .....	71
ANNEXE 2: PROTOCOLE DE REEDUCATION DE LA CLINIQUE DU SPORT DE MERIGNAC .....	73
ANNEXE 3 : PROTOCOLE DE REEDUCATION DU DR BARTHELEMY TYPE DIDT .....	74
ANNEXE 4 : PROTOCOLE DE REEDUCATION DU CHU DE POITIERS (KJ) .....	75
ANNEXE 5 : LE SAUT MONPODAL .....	76
ANNEXE 6 : LE Y BALANCE TEST .....	76
ANNEXE 7 : Grille ACL RSI.....	77
ANNEXE 8 : IKDC (International Knee Documentation Committee) .....	78
ANNEXE 9 : SCORE DE LYSHOLM ET TEGNER .....	80
ANNEXE 10 : Questionnaire envoyé aux patients + score IKDC-2000.....	81
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>82</b>
<b>SERMENT D’HIPPOCRATE .....</b>	<b>97</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>98</b>

# INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est une des lésions la plus fréquente de l'articulation du genou. Il y a environ 35000 ligamentoplasties du LCA par an, en France. A la demande de la sécurité sociale en 2006 la Haute Autorité de Santé (HAS) a élaboré par consensus formalisé une première liste d'actes de chirurgie orthopédique après lesquels, « la rééducation, si elle est indiquée, est réalisable en ville dans la mesure où il n'existe pas d'incompatibilité avec le maintien à domicile du fait de complications locales ou régionales, de pathologies associées, de l'isolement social ». Mais au cours de ce travail, il n'avait pas été retenu de recommandations sur les actes de masso-kinésithérapie après chirurgie du genou devant l'absence de consensus professionnel. En 2008 l'HAS a réalisé une analyse critique de la littérature afin d'élaborer des recommandations sur la prise en charge rééducative après la ligamentoplastie du genou. (1)

Le but de l'HAS est de répondre à plusieurs questions comme : les indications des techniques de rééducation après ligamentoplastie du genou ; les critères d'évaluation clinique nécessaires au suivi et à l'orientation du patient ; les modalités organisationnelles de mise en œuvre du traitement et du suivi du patient ; les conséquences économiques et organisationnelles d'un éventuel transfert d'activités d'un secteur à l'autre et enfin de savoir si la rééducation en ambulatoire est réalisable dans la mesure où il n'existe pas de difficulté de maintien à domicile du fait de complications, de pathologies associées ou de l'isolement social.

Depuis quelques années, la rééducation post ligamentoplastie du genou tend de plus en plus vers le libéral. De cette constatation est née l'idée d'étudier à l'échelle du centre de rééducation du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Poitiers, s'il existait une différence de récupération musculaire entre les deux modalités de rééducation. Cette tendance vers le libéral sur des critères financiers est-elle pertinente sur des critères cliniques de nos patients ?

Dans la littérature il existe beaucoup d'études sur la comparaison des techniques mais peu sur les modalités de rééducation. Il n'y a pas eu de nouvelles recommandations sur la rééducation post ligamentoplastie depuis 2008.

Dans une première partie, nous reviendrons sur la rupture du ligament croisé antérieur, son épidémiologie, mécanisme, les différents types de chirurgie, puis nous détaillerons les différents types de rééducation ainsi que la place des tests isocinétiques dans le suivi rééducatif. Pour finir nous analyserons les modalités de reprise du sport après rééducation.

Dans une seconde partie, nous détaillerons notre étude rétrospective réalisée dans le service de Médecine Physique et Réadaptation du CHU de Poitiers, sur la rééducation en centre versus en libéral, qui a pour objectif de chercher s'il existe une différence de récupération de la force musculaire en fonction des modalités de rééducation post ligamentoplastie du genou.

# **PARTIE I : GENERALITES**

# LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR

## 1) EPIDEMIOLOGIE ET FACTEURS DE RISQUE

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est une des lésions la plus fréquente du genou. En France, il y a environ 35 000 ligamentoplasties du ligament croisé antérieur réalisées chaque année, la majorité est réalisée sous arthroscopie (1). L'incidence des ruptures du LCA dans la population générale est estimée entre 30 et 78 pour 100 000 habitants d'après une étude issue de *The American Journal of Sports Medicine* de 2016 (2). Miyasaka et al, dans une étude rétrospective portant sur 2 547 ruptures du croisé antérieur ont montré qu'au moins 65 % des ruptures du LCA sont directement imputables au sport (3) (4). La majorité des études sur l'incidence de la rupture du LCA sont centrées sur le type de sport (5-12). La prévalence de survenue d'une rupture du croisé antérieur varie selon les sports, chez le footballeur elle est de 0,11 contre 0,08 chez le joueur de basketball (10). Les sports les plus à risques sont, le basketball, le football, le ski alpin, le football américain et le handball (11). Mais il faut également prendre en compte le niveau d'activité : Roos et al. (13) ont rapporté une incidence de rupture du LCA 3,3 fois plus importante pour les joueurs professionnels de football que pour les amateurs, et une incidence 1,8 fois plus importante pour les attaquants que pour les joueurs ayant une autre position sur le terrain.

Il existe donc plusieurs facteurs de risque de rupture du ligament croisé antérieur.

La méta-analyse de Prodromos en 2007, étudie l'incidence selon le sexe, le sport et la participation au programme de réduction des blessures. Dans cette étude il est noté que les femmes ont une incidence environ trois fois plus élevée de rupture du LCA dans le football et le basketball que les hommes (11). Pour Bjordal et al, le risque est surtout lié au nombre d'heures pratiquées, et au type d'action sportive. (12)

Il existe beaucoup de facteurs extrinsèques comme vu auparavant, mais des facteurs intrinsèques rentrent également en jeu lors de la rupture du LCA. On pense qu'elle se produit lorsque l'activité musculaire ne parvient pas à stabiliser l'articulation, causant une augmentation des charges et un échec de la stabilisation passive. (14)

Ainsi, pour une reconstruction efficace il faut prendre en compte la statique et la dynamique de l'articulation du genou. (15)

Des facteurs biomécaniques et neuromusculaires sont impliqués, les femmes auraient un rapport de force quadriceps sur ischiojambiers et un rapport de recrutement des fibres musculaires quadriceps sur ischiojambiers plus élevés (16) (17). Enfin il a été évoqué que les œstrogènes (18) pourraient être impliqués, mais les données sont actuellement insuffisantes pour conclure que le cycle menstruel aurait un effet sur la laxité et le taux de lésions des LCA chez les femmes. (15) (19)

En outre, le risque de récurrence de rupture du ligament croisé antérieur, n'est pas à négliger. Laboute et al, retrouvent un taux de ruptures itératives de 8,7%. La répartition est de 12,7 % pour le groupe DIDT contre 6,1 % pour le groupe KJ, sans différence significative (20). La rééducation post ligamentoplastie est un point essentiel afin de limiter les récurrences.

## 2) LE MECANISME

Il y a 3 types de traumatisme causant une rupture du ligament croisé antérieur (LCA). Tout d'abord un traumatisme en hyperextension lors d'un shoot dans le vide (*figure 1*) donne une atteinte isolée du LCA. Le traumatisme en varus et rotation interne (*figure 2*) donne une atteinte du plan ligamentaire externe et du LCA. Pour finir un traumatisme en varus et rotation externe (*figure 3*) donne une atteinte du plan ligamentaire interne et du LCA.



*Figure 1 : Traumatisme en hyperextension occasionnant une rupture isolée du LCA (vue de profil et vue de face)*



*Figure 2 : Traumatisme en varus rotation interne*



*Figure 3 : Traumatisme en valgus rotation externe*

Ce ligament, étant mal vascularisé, cicatrise rarement après s'être rompu. Il arrive qu'il se réinsère en nourrice sur le ligament croisé postérieur. Cela peut donner une impression de stabilité même s'il persiste une laxité et que le risque de nouvelle entorse du genou est élevé.

### 3) LE DIAGNOSTIC

Le diagnostic de rupture du ligament croisé antérieur repose sur l'interrogatoire notamment avec la notion de craquement ou de dérobement et sur l'examen clinique comparatif à la recherche d'une laxité. Pour cela il y a trois tests utilisés : la manœuvre de Lachman qui objective une translation antérieure du tibia sous le fémur à 20° de flexion, typiquement à arrêt mou, cette manœuvre, toujours réalisable même sur un genou fraîchement traumatisé, est d'une grande spécificité et sensibilité ; manœuvre du ressaut, non réalisable sur un genou aigu, mais qui sur une laxité chronique reproduit la sensation d'instabilité ressentie par le patient ; le tiroir antérieur à 90° qui témoigne d'une globalisation de la laxité. Son absence ne signifie pas une absence de rupture du LCA. L'examen clinique est donc essentiel au diagnostic, plusieurs études montrent qu'un examen clinique soigneusement réalisé peut établir un diagnostic égal voire supérieur par rapport à l'IRM (21) (22) (23). En médecine générale, nous sommes un des premiers recours, d'où la nécessité de réaliser correctement l'examen clinique afin d'orienter au mieux le patient.

Un bilan radiographique standard est systématique et comprend des clichés de face en charge ; des clichés de face en schuss (systématiques après 40 ans) ; des clichés de profil à 20° de flexion et des clichés en incidence fémoro-patellaire à 30° de flexion (3). Il permet de rechercher d'éventuelles fractures parcellaires et d'apprécier la hauteur des interlignes.

L'IRM a surtout l'intérêt de rechercher d'éventuelles lésions associées (méniscales, cartilagineuses, osseuses). Elle n'est pas systématique mais constitue une aide à la décision chirurgicale éventuelle.

La rupture du LCA entraîne donc une modification de la cinématique du genou, ce qui entraîne une instabilité fonctionnelle ressentie par le patient. Afin de limiter celle-ci mais aussi de prévenir le risque de lésions méniscales secondaires, une ligamentoplastie est souvent pratiquée.

## **4) LES DIFFERENTES TECHNIQUES CHIRURGICALES**

### **4.1) Les indications**

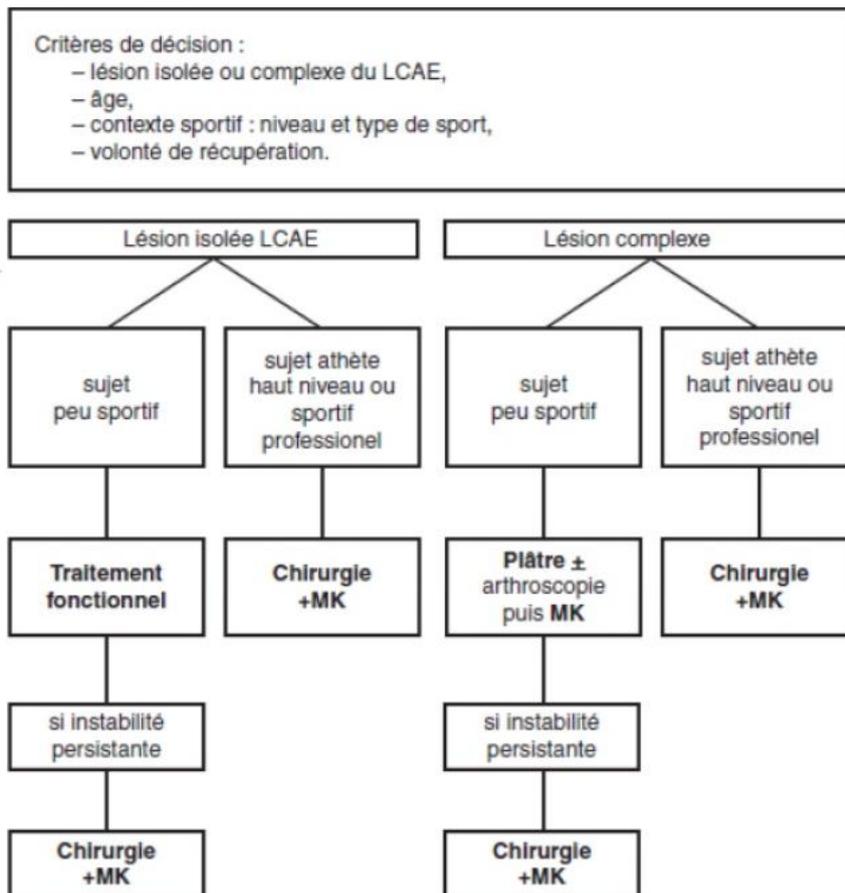
Les modifications cinématiques post rupture du LCA entraînent une instabilité fonctionnelle ressentie par le patient. Afin de limiter celle-ci et de prévenir le risque de lésions méniscales secondaires une ligamentoplastie peut être pratiquée.

Certaines études, comme celle de Kwok CS et al (24), suggèrent que seule l'intervention chirurgicale permet une stabilité suffisante pour permettre des activités sportives. La reconstruction du LCA diminue le risque de dérobage, ce qui a un retentissement sur la satisfaction du patient (25) (26). Cependant, d'autres études suggèrent qu'une bonne rééducation pourrait permettre une récupération des activités sans augmenter le risque des complications à long terme (27). La reconstruction ne garantit pas que les athlètes reprennent leur sport d'avant la blessure, et il est peu probable que le sport revienne au niveau de compétition avant la blessure. (28)

Il est important de prendre en compte le risque de complications opératoires, l'arthrofibrose, l'infection, l'échec de la greffe, la morbidité, la douleur et les coûts chirurgicaux associés à une intervention chirurgicale, ce qui peut être considéré comme un inconvénient par rapport à une prise en charge non chirurgicale.

D'après une méta-analyse de Smith et al (27), il reste difficile de mettre en évidence une différence significative entre le fait d'opérer ou non, ceci à cause du faible niveau de preuve des études.

Au total, toutes lésions du LCA ne nécessitent pas de reconstruction chirurgicale (1). Actuellement les indications de reconstruction du LCA, ne sont pas strictement définies. Elles dépendent des symptômes, principalement sur l'instabilité fonctionnelle et sur des critères comme l'âge, le type et le niveau d'activité sportive et professionnelle l'ancienneté de la lésion ; l'importance de la laxité ; la présence ou non de lésions méniscales ou cartilagineuses et des impératifs socioprofessionnels du patient.



*Figure 4 : arbre décisionnel en cas de rupture LCA (HAS 2008)*

## 4.2) Les différentes techniques

La ligamentoplastie en France, consiste en une reconstruction par autogreffe puisque les sutures du LCA sont inefficaces (3). Les plasties prothétiques ne sont pas suffisantes et leur iatrogénie est élevée. Les techniques chirurgicales de ligamentoplastie sont nombreuses et ont évolué avec le temps. Elles sont préférentiellement réalisées par arthroscopie compte tenu du bilan complet de l'articulation que celle-ci autorise dans le même temps opératoire, de la plus grande rapidité des suites opératoires, de la diminution de la morbidité et de la rapidité de récupération. (3) (29) (30)

Actuellement les deux principales techniques chirurgicales sont la technique de Kenneth Jones (KJ) qui utilise le tendon rotulien comme transplant et la technique du DIDT qui utilise les tendons ischiojambiers Droit Interne, Demi Tendineux. Mais il existe d'autres types de greffes comme le fascia-lata, les tendons ischiojambiers en greffe courte, le tendon quadricipital et les allogreffes.

La fixation peut être «anatomique», avec une vis d'interférence fémorale et une vis d'interférence tibiale (technique KJ), intermédiaire ou «extra anatomique» sur la corticale fémorale ou tibiale (technique DIDT). La ténodèse latérale (dite de Lemaire externe) associée à la plastie intra-articulaire ne pourrait être envisagée que dans le cadre d'une laxité du compartiment latéral importante, supérieure à celle du compartiment médial. (31) (32)

Plusieurs études ont été réalisées afin d'évaluer si la reconstruction du LCA à deux faisceaux était supérieure à la reconstruction à un faisceau. Dans cette méta-analyse Cochrane (33) de dix-sept essais randomisés et quasi-randomisés, il n'y a pas de différence entre les deux techniques pour les résultats fonctionnels au suivi à long terme (5 ans) ou pour des événements indésirables. Cependant, la technique du double faisceau entraîne une stabilité accrue du genou et des taux de retour aux niveaux d'activité d'avant le traumatisme plus élevés, et est associée à un taux plus bas de nouvelles déchirures méniscales et de lésions répétées du LCA. (33) (34) (35) (36) (37) (38)

Malgré ces avantages, la reconstruction du LCA à deux faisceaux reste rarement utilisée en pratique clinique. (39) (40) (41)

Des études isocinétiques se sont intéressées au déficit de force musculaire post ligamentoplastie en fonction de la technique utilisée. Il existe une perte de force des ischiojambiers dans les reconstructions par DIDT, persistante avec le temps (2 ans post opératoire) (42) (43) (44) (45) (46). Concernant la faiblesse du quadriceps présumée avec la technique KJ, les études sont contradictoires (47), il n'y a pas de différence entre les deux techniques au long terme. La force isocinétique du quadriceps est plus faible dans le groupe KJ après 6 mois mais ce déficit disparaît après 1 an post opératoire ; par contre, la faiblesse des ischiojambiers dans le groupe DIDT persiste à 2 ans post opératoire. (45) (46) (48) (49) (50) (51)

Concernant la laxité post opératoire, des études anciennes comme celle de Yunes et al (52) et Biau et al (53), dans leurs méta-analyses ont observé un meilleur contrôle de celle-ci pour la technique KJ. Des études plus récentes n'ont pas observé de différence significative entre les KJ et les DIDT. (54) (55) (56) (57) (58) (59)

Ainsi, la technique de ligamentoplastie à préférer est celle la mieux maîtrisée par le chirurgien afin d'obtenir les meilleurs résultats fonctionnels.

# LA REEDUCATION DANS LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR

## 1) INTERET DE LA REEDUCATION PRE-OPERATOIRE

Les patients sont rarement opérés en urgence, une rééducation peut être entreprise en attendant l'intervention chirurgicale.

Dans les recommandations HAS de 2008 on retrouve que Fabri et al (60) ont proposé une rééducation préopératoire qui respecte les principes du traitement conservateur pour protéger le LCA. Cette rééducation consiste à tonifier les ischiojambiers (IJ), à réaliser une contraction du quadriceps associée à une cocontraction des IJ. La reprogrammation neuromusculaire (RNM) est réalisée sur plan stable puis instable. Cette rééducation doit être arrêtée 48 heures avant l'intervention. Il n'y avait alors aucune étude comparant un type de rééducation préopératoire à l'absence de rééducation.

Depuis, plusieurs études ont été réalisées afin d'étudier les bénéfices de la rééducation préopératoire. (61) (62) (63) (64) (65) (66)

Dans une méta-analyse Van Melick et al, en 2016, (67) ont réalisé une revue de la littérature sur 25 ans. D'après Valk et al (63) le déficit préopératoire de force des quadriceps entraîne de plus mauvais résultats fonctionnels (à partir des scores IKDC et de Tegner) à un 1 an post opératoire, ce qui est confirmé par certaines études comme celle de Lepley et Palmieri-Smith (62). Ces derniers ont en effet montré que la force du quadriceps préopératoire est positivement liée à la force du quadriceps postopératoire au moment de la reprise du sport. Les patients ayant eu une rééducation préopératoire ont de meilleurs résultats fonctionnels comparé aux patients n'ayant eu qu'une rééducation post opératoire. (64) (66)

Les conclusions de cette méta-analyse sur les facteurs préopératoires sont de niveau 2, en ce qui concerne le déficit préopératoire du quadriceps, un déficit de plus de 20% a pour conséquence significative négative l'état fonctionnel subjectif du patient après 2 ans de la ligamentoplastie ; et de niveau 3 pour la rééducation préopératoire qui assure un meilleur état fonctionnel subjectif du genou jusqu'à 2 ans. (67)

Au total plusieurs études tendent à prouver un bénéfice de la rééducation préopératoire, mais il n'y a pas de nouvelle recommandation récente de l'HAS.

## **2) LA REEDUCATION POSTOPERATOIRE : LIBERAL ET CENTRE DE REEDUCATION**

Il n'existe pas de programme type de rééducation après ligamentoplastie du fait de la diversité des lésions, des techniques chirurgicales, des protocoles postopératoires et des caractéristiques propres du patient (vie socioprofessionnelle et activités physiques et sportives) (1). La littérature actuelle décrit la rééducation post opératoire sur des bases de temps en fonction du processus de cicatrisation de la greffe utilisée. Il existe une incertitude sur la cicatrisation, il est donc plus censé de raisonner en terme de critères fonctionnels objectifs pour établir un protocole de rééducation. Dans une étude plus récente il est souligné qu'il est important que la rééducation soit adaptée au type de chirurgie, aux autres gestes pendant la chirurgie ainsi qu'aux complications rencontrées au cours de la chirurgie (67). La rééducation post ligamentoplastie à pour but la récupération de la mobilité articulaire et de la stabilité active du genou sans être délétère pour la plastie.

Il convient d'effectuer un suivi régulier clinique (douleur, hydarthrose, amplitudes articulaires, force musculaire) et fonctionnel (instabilité à la marche, montée des escaliers, sauts). Des scores fonctionnels existent pour assurer ce suivi : Score fonctionnel de Lysholm-Tegner, IKDC (International Knee Documentation Committee), ARPEGE (Association pour la Recherche et la Promotion de l'Étude du Genou), COFRAS (Codification Fonctionnelle de la Reprise des Activités Sportives).

### **2.1) Les différentes techniques de rééducation**

#### **2.1.1) La cryothérapie**

Il y a plusieurs articles qui montrent que la cryothérapie est efficace pour diminuer la douleur jusqu'à une semaine postopératoire (68), mais n'a pas d'effet sur le drainage ni la mobilité, alors qu'Edwards et al ne trouvent aucune différence. (69)

### **2.1.2) Mobilisation passive continue**

La mobilisation passive continue (MPC) sur arthromoteur est d'abord décrite par Richmond et al (70). Il n'y avait aucune différence statistiquement significative à 42 jours postopératoires entre les groupes dans tous les paramètres mesurés, excepté la laxité supérieure dans le groupe ayant moins de MCP. Ceci a été confirmé par Woog et al (71) qui ne retrouvent pas de bénéfice en terme de douleur et de diminution de l'œdème postopératoire, mais permet une récupération plus rapide de la flexion active du genou.

### **2.1.3) Réveil musculaire et électrostimulation excitomotrice**

Il existe plusieurs techniques de réveil musculaire comme le massage et la contraction isométrique ciblée.

L'électrostimulation est une technique fréquemment utilisée. Dans la littérature on retrouve que l'utilisation de l'électrostimulation associée aux techniques conventionnelles pourrait améliorer la force musculaire jusqu'à 2 mois postopératoires (72) (73), ainsi que diminuer la douleur postopératoire (74) (75). Ce qui va dans le même sens que les résultats de Snyder-Mackler et al, Rebai et al. (76) (77)

D'après l'HAS l'électrothérapie occupe une place de choix dans la rééducation de la ligamentoplastie. Il semble exister un consensus implicite sur la forme du signal électrique avec l'utilisation d'un courant alternatif, symétrique à moyenne nulle évitant les effets du courant polarisé. Il y a par contre des différences concernant les autres paramètres. (1)

### **2.1.4) Renforcement musculaire en chaîne cinétique ouverte ou en chaîne cinétique fermée**

Il y a plusieurs avis sur le renforcement musculaire en chaîne ouverte ou fermée. Andersson et al (78), dans une revue de la littérature ont conclu, qu'après un KJ, les exercices du quadriceps en chaîne fermée produisaient moins de douleurs, une diminution du risque de laxité ainsi que de meilleurs résultats aux scores fonctionnels comparés aux exercices en chaîne ouverte. Dans une autre étude comparant ces 2 techniques, il n'y avait pas de différence lors d'une reconstruction issue des ischiojambiers (79). Les exercices en chaîne

ouverte du quadriceps ne doivent pas être utilisés dans les 6 premières semaines de rééducation (80) (81). Cependant dans les DIDT les exercices en chaîne ouverte du quadriceps peuvent être débutés à partir de la 4<sup>e</sup> semaine entre 45° et 90°. (82)

Mikkelsen et al (83), trouvent que les patients ayant bénéficié d'une rééducation en chaîne ouverte à partir de la 6<sup>e</sup> semaine et d'une rééducation en chaîne fermée obtiennent un meilleur résultat en terme de force du quadriceps ainsi qu'un retour plus rapide au sport, ce qui n'est pas réellement confirmé dans la revue de Lobb. (84)

### **2.1.5) Isocinétisme**

L'isocinétisme est habituellement utilisé dans le cadre du suivi. Il peut également être un outil dans la rééducation post ligamentoplastie car cela permet un mouvement analytique unidirectionnel exécuté à une vitesse angulaire constante choisie par l'expérimentateur. Dans leur étude, Barthélémy et al (85) proposent chez les sportifs de haut niveau un renforcement concentrique du quadriceps en chaîne ouverte à 8 semaines pour les DIDT, tout en étant plus prudent dans les KJ, en veillant à ne pas déclencher de tendinopathie patellaire en utilisant des vitesses lentes trop tôt.

### **2.1.6) Reprogrammation neuromotrice**

La programmation neuromotrice consiste à améliorer les réponses motrices inconscientes en stimulant les signaux afférents et les mécanismes centraux responsables du contrôle de la stabilité articulaire (86). D'après Salvator-Witvoet et al (87), le greffon n'a pas de récepteur proprioceptif. Ce sont les éléments nerveux des muscles périarticulaires et les mécanorécepteurs capsulaires qui contribuent à la reprogrammation neuromusculaire. L'entraînement neuromoteur doit être intégré au travail de renforcement musculaire afin d'améliorer les résultats fonctionnels, ce qui est d'abord étudié par Cooper et al. (86) (88) (89) (90). D'après l'HAS (1), la reprogrammation neuromotrice doit commencer précocement, en décharge, puis en charge, du bipodal pour aller progressivement vers l'unipodal. Les stimulations sont réalisées au niveau du genou, des ceintures pelvienne et scapulaire. Le travail de l'équilibre peut être poursuivi sur plan instable. La marche est réalisée sur terrain plat sans et avec obstacles, puis en terrain accidenté.

## **2.2) Les protocoles**

Il y a quelques principes de base à respecter lors de la rééducation. Tout d'abord il faut mobiliser le genou dans l'axe au début de la prise en charge rééducative. Le renforcement isolé du quadriceps en chaîne cinétique ouverte entre 0° et 60° ne doit pas se faire précocement. À l'augmentation des tensions sur le LCA, il n'est réalisé qu'à la phase de réadaptation sportive. Il faut favoriser le renforcement du triceps en mode concentrique en extension et non genou fléchi afin de diminuer les forces de glissement antérieur du tibia. Les ischiojambiers peuvent être renforcés précocement en chaîne ouverte et fermée et la cocontraction quadriceps-ischiojambiers dans le secteur 30°-90° (sauf en cas de transplant prélevé aux dépens des ischiojambiers) peut être débutée le plus tôt possible sans générer de contrainte sur le LCA. Enfin en chaîne fermée, il est possible d'envisager précocement la mise progressive à l'appui, en effet le travail en chaîne fermée entre 0° et 60° de flexion du quadriceps engendre moins de contrainte sur le LCA et pour l'articulation fémoropatellaire que le travail en chaîne ouverte. (91) (92) (93) (94)

### **2.2.1) Protocoles standardisés**

Il existe 2 types de protocoles : le protocole classique et le protocole accéléré

#### **2.2.1.a) Le protocole classique**

C'est en 2005, lors des 23e Entretiens de Médecine Physique et de Réadaptation qu'un protocole a été défini, consensus retrouvé dans plusieurs études (95) (96) (97) (CF Annexe 1). Plus récemment la société française de médecine physique et de réadaptation (SOFMER), a publié des recommandations sur la conduite du renforcement musculaire. (98)

Il n'existe pas de protocole standardisé bien défini mais la rééducation après ligamentoplastie peut schématiquement se découper en cinq phases répondant à des objectifs fixés en fonction du délai postopératoire, du type de greffon, des gestes effectués et des recommandations du chirurgien.

Tout d'abord la première phase qui consiste à la cicatrisation primaire (J0-J21), la deuxième phase permet la réadaptation à la vie sédentaire, puis la troisième phase consiste à

consolider et sert à se réadapter à l'effort, la quatrième phase de réathlétisation permet la reprise des sports en ligne. Enfin la reprise des sports en compétition pourra se faire à partir de 6 mois voire 8 mois pour les sports en ligne si la force musculaire et les tests fonctionnels le permettent et plus tard pour les sports de pivot-contact. Il est bien sur nécessaire de prendre en compte l'acquisition des objectifs de l'étape précédente et le respect d'un délai postopératoire minimum pour passer à l'étape d'après (1) (91) (98). Nous allons détailler les différentes étapes de la rééducation.

- Première phase :

Après l'intervention le genou est généralement gonflé, chaud et parfois douloureux pendant 2 à 3 semaines. Durant cette phase, la diminution progressive de l'hématome, du gonflement et éventuellement de la douleur grâce au protocole RICE (glace, repos, élévation du membre inférieur et contention) sont les principaux objectifs. Il faudra également lutter contre les risques thromboemboliques. Il convient d'essayer de récupérer une extension à 0° en passif et d'empêcher la formation d'adhérence périrotulienne à l'aide de mobilisation passive de la rotule quotidienne. Le genou est mobilisé de façon passive de 0° à 90° en respectant l'indolence.

Enfin le réveil du quadriceps peut débuter à l'aide de contractions rapides (dites « flash ») des muscles vastes, genou en extension patient assis, à la recherche d'une élévation de la rotule et de contractions statiques tenues de 10 secondes. Ces exercices sont à répéter plusieurs fois par jour. Une fois la diminution de l'inflammation du genou, pour aider à une récupération plus rapide, l'électro stimulation des muscles vastes peut intervenir (fréquence : 35 Hz, largeur d'impulsion : 250 à 350 µs).

Le renforcement des ischiojambiers peut également commencer mais de façon différente en fonction du type de greffon. Lorsque la greffe est prise à leur dépens, le renforcement peut débuter 4 à 6 semaines après la chirurgie et en réalisant des flexions actives prudentes, alors qu'il peut être associé à une résistance manuelle dans le cas d'un prélèvement du tendon rotulien. De nouvelles études ont montré la persistance d'un déficit des ischiojambiers à 2 ans dans les DIDT (45), ce pourquoi il serait nécessaire d'initier en excentrique le renforcement, dès la deuxième semaine post chirurgie en secteur protégé de 20° à 70°, de façon prudente et progressive et avec respect de l'indolence. (99) (100)

- Deuxième phase :

L'objectif de cette phase est la reprise d'une vie sédentaire, c'est-à-dire une marche sans canne, montée et descente des escaliers ou encore la conduite automobile.

L'augmentation des secteurs de mobilités se poursuit de façon progressive jusqu'à 130°.

Le renforcement des ischiojambiers continue avec notamment des exercices en chaîne ouverte déjà débutés lors de la première phase puis il est associé à un renforcement en excentrique et en concentrique sur haltérochaise avec augmentation des charges de façon progressive pour atteindre 25 à 30 % du poids du corps. Il faut poursuivre le renforcement du triceps et l'assouplir.

Le renforcement du quadriceps se fait en chaîne fermée à l'aide d'exercices gymniques comme le squat et sur des appareils comme la presse qui permet une bonne maîtrise de la progression de la charge. Lors d'une greffe réalisée à partir du tendon rotulien les exercices sont initiés en statique puis en excentrique avec des petites charges, pour évoluer vers l'endurance musculaire et atteindre des charges de 50 % du poids du corps. Les exercices de cocontractions quadriceps/ischiojambiers peuvent débuter et se font entre 30° et 70° de flexion, patient assis, pied posé sur sol fuyant de type skate-board.

Il convient de reprendre progressivement l'appui complet en statique, par des translations de poids de corps, afin d'obtenir une marche sans flessum et sans boiterie.

En fin de période, une réadaptation à l'effort est réintroduite progressivement à l'aide d'un vélo statique ou de la marche sur tapis.

- Troisième phase :

L'objectif de cette phase est de préparer la réadaptation sportive et la reprise des sports en ligne (footing, vélo de route) ainsi que la récupération de la confiance du patient en son genou. Le genou doit être sec ; l'extension, complète, et la flexion, supérieure ou égale à 120°. C'est une phase d'auto rééducation ; les exercices sont réalisés à domicile ou en salle de sport 3 fois par semaine jusqu'à la fin du quatrième mois. Le travail musculaire du quadriceps et des ischiojambiers en cocontraction peut être accentué et raisonnablement intensifié. Il faut

poursuivre le renforcement du quadriceps avec en plus un travail isocinétique concentrique et excentrique ; et le renforcement des ischiojambiers.

Les activités proprioceptives deviennent importantes et il faut les orienter en fonction du sport pratiqué. Les activités d'endurance se poursuivent tout en augmentant progressivement la durée du travail (marche, vélo, step, natation). En fin de période, la proprioception devient dynamique en bi puis unipodal, avec matériel facilitant.

- Quatrième phase :

Le renforcement musculaire est en général guidé par les résultats d'un bilan d'évaluation comprenant un bilan clinique, des tests isocinétiques et des tests fonctionnels. Les objectifs de récupération musculaire, en fonction du type de plastie, du quadriceps sont compris entre 55 et 65% et environ à 80 % pour les ischiojambiers (43) (101). Le test isocinétique a pour but de rechercher d'éventuels déficits de force du quadriceps ou des ischiojambiers ainsi que d'éventuels déséquilibres entre ces deux groupes musculaires qu'il faut retravailler spécifiquement.

La plastie est alors plus résistante et permet d'intensifier le renforcement musculaire, des activités plus importantes en terme de puissance et d'endurance peuvent être rajoutées, il est également possible de reprendre les sports en ligne.

Il est important de rester vigilant sur un éventuel retard de récupération qui pourrait être dû soit à un renforcement insuffisant, soit à une complication.

Pour finir les délais de reprise du sport de compétition dépendent du sport pratiqué. Les sports dans l'axe peuvent être repris entre 6 à 8 mois alors que les sports de pivot-contact sont en général repris 2 mois plus tard.

- Reprise des sports de pivot :

Pour la reprise du sport de pivot un second test isocinétique est nécessaire, il est préconisé que le déficit de force n'excède pas 15 % par rapport à la force du membre inférieur sain pour le quadriceps et inférieur à 10% pour les ischiojambiers. L'équilibre musculaire de la cuisse doit être optimal, avec un rapport ischiojambiers/quadriceps proche de 60 %. Les critères des tests isocinétiques seront développés dans une autre partie.

Il est bien sur nécessaire que les critères physiques suivant soient présents : genou sec et indolore, mobilité complète et le score au saut en longueur sans élan, supérieur ou égal à 90 % de celui du côté opposé. (102)

### **2.2.1.b) Le protocole accéléré**

Shelbourne en 1984/1986 a remarqué que les patients qui ne suivaient pas les recommandations classiques de rééducation post opératoire obtenaient des résultats similaires voire supérieurs aux autres patients (87). Plusieurs études sont alors réalisées comme celle de Boileau et al (103) qui expliquent le principe de la rééducation accélérée et citent des arguments montrant que ce type de rééducation peut être justifié. Mais encore d'après Mandrino et al (104), il est possible de reprendre une activité sportive à partir du 5e mois.

Dans 2 études Beynnon et al ont conclu qu'il n'y avait pas de différences entre une rééducation de 19 semaines et de 32 semaines post ligamentoplastie sur les scores fonctionnels du genou, la laxité, l'évaluation clinique et les tests isocinétiques à 2 ans (105) (106). Le programme de réadaptation de Muneta et al trouvent des résultats similaires. (107)

Dans le protocole accéléré de Mandrino (104) l'appui est immédiat, la mobilisation est précoce et l'extension est recherchée. Dans les ligamentoplasties par tendon rotulien, les cannes anglaises sont conservées jusqu'à la 2e ou 3e semaine, alors que pour les ischiojambiers, les cannes anglaises et l'attelle sont conservées jusqu'à la 3e semaine (prudence pendant le 1er mois). La reprise du footing se fait à 2 mois, la reprise du geste sportif se fait au 4e mois.

### **2.2.2) Protocoles en fonction des chirurgiens (CF Annexe 2, 3, 4)**

Dans notre étude, les patients ont été opérés soit à Poitiers, soit par le Dr Barthélémy (chirurgien orthopédiste à la clinique Saint Gatien à Tours), soit à la clinique du sport de Mérégnac. Chaque patient, après l'opération, obtient un protocole de rééducation qui est propre au chirurgien.

La rééducation se compose en 4 phases, mais avec une temporalité différente. Ceci montre bien qu'il n'existe pas de protocole bien défini en terme de temps et que cela dépend des habitudes. Il faut avant tout s'adapter au patient.

### **2.3) Les modalités de prise en charge**

Il y a différentes modalités de prise en charge de rééducation. En 2008 l'HAS a élaboré des recommandations de prise en charge rééducative post ligamentoplastie du LCA afin d'essayer d'orienter au mieux les patients en fonction de leur profil et d'aider les praticiens à choisir le type de rééducation (1). Depuis ces dix ans il n'y a pas eu de nouvelles recommandations. En effet la rééducation peut se faire en ambulatoire soit au domicile du patient, en cabinet libéral ou sur plateau technique ; ou alors en hospitalisation traditionnelle, de semaine ou de jour en SSR ou en médecine physique et réadaptation.

Au cours des années le nombre de kinésithérapeutes libéraux a augmenté, ce qui peut faciliter la prise en charge en ambulatoire. Mais d'après l'HAS il y aurait une mauvaise répartition en France pouvant engendrer un défaut de prise en charge. Il y a peu de littérature sur l'organisation de prise en charge de la rééducation dans la ligamentoplastie du genou, c'est pour cela que l'HAS en 2008 avait analysé les données du PMSI de 2004 à 2005, il y avait 23,7% des ligamentoplasties orientées en SSR. Au cours de cette étude l'HAS considère « qu'une ligamentoplastie de genou ne nécessite pas, pour un patient justifiant de soins de masso-kinésithérapie, de recourir de manière générale à une hospitalisation en vue de la dispensation des soins de suite et de réadaptation. Cette orientation n'exclut pas le recours possible à une hospitalisation différée en soins de suite et de réadaptation (SSR), si la prise en charge en ambulatoire s'avère irréalisable du fait de l'état du patient (état général, indépendance fonctionnelle) ou de l'insuffisance de l'offre de soin ». (1)

En 2001 Rousseau et al rapportent que les patients rééduqués en libéral avaient des résultats comparables à ceux retrouvés après hospitalisation complète en structure de Médecine Physique et Réadaptation, jusqu'à 1 an. (108)

Il ne faut pas oublier que des critères économiques interviennent dans cette décision. La prise en charge en hospitalisation complète en 2008, coûtait 1500 euros de plus qu'une prise en charge libérale sur les 3 premières semaines. Récemment les agences régionales de santé et l'assurance maladie ont instauré un plan ONDAM 2015 - 2017 (objectif national des dépenses d'assurance maladie) pour la mise sous accord préalable des « soins de suite et de réadaptation » visant ainsi à diminuer le nombre d'hospitalisations inutiles ou inadaptées en SSR ainsi que leurs conséquences.

### **2.3.1) En ambulatoire**

La rééducation en ambulatoire se fait soit en cabinet soit à domicile. En général après l'hospitalisation le patient bénéficie de 3 séances de kinésithérapie par semaine à compléter avec des exercices à domicile pendant 4 mois, ce qui peut être poursuivi si le genou n'a pas suffisamment récupéré en termes d'amplitude ou de force.

### **2.3.2) En centre spécialisé**

Les critères de l'HAS d'hospitalisation en SSR sont : la douleur au repos supérieure à 5 (EVA), avec ou sans traitement ; les complications thrombo - emboliques à risque évolutif, le sport de haut niveau. Le problème d'autonomie du patient est également important à prendre en compte. (1)

La prise en charge peut se faire en hospitalisation complète, de semaine ou de jour. Il est plus fréquemment observé, pour les ligamentoplasties, une hospitalisation sous forme d'hospitalisation de jour, même si rien n'est très bien défini dans la littérature, ni au niveau des recommandations HAS.

# L'ISOCINETISME DANS LE SUIVI REEDUCATIF

Quelle est la place des tests isocinétiques dans le suivi rééducatif et la reprise du sport après une ligamentoplastie du genou ? (109)

## 1) HISTOIRE DE L'ISOCINETISME

L'isocinétisme a débuté en 1964 avec un dynamomètre qui ne permettait que la mesure de la contraction concentrique grâce à Hislop et Perrine. En 1982 le Kin-com (Kinematic Communicator) offre la possibilité des mesures en excentrique.

Isocinétisme signifie « mouvement à vitesse constante ». Il y a une auto-adaptation de la résistance ainsi qu'une maîtrise de la vitesse.

Les avantages de l'isocinétisme sont la possibilité d'une mesure de la force musculaire objective, fiable, quantitative, qualitative, reproductible et dynamique. Mais également, le contrôle de la trajectoire du segment de membre, de l'amplitude articulaire et de la vitesse angulaire permet une bonne reproductibilité. Malgré l'intensité des moments de force développée, l'exercice se fait en toute sécurité grâce à l'auto adaptation de la résistance. Enfin le support informatique permet un feed-back visuel de la contraction musculaire effectué.

Les inconvénients de l'isocinétisme sont tout d'abord l'absence de réalité physiologique de certains paramètres mesurés, en effet le mouvement doit être mesuré dans un certain axe, une certaine position, avec une certaine amplitude articulaire ainsi qu'une vitesse constante alors que dans la réalité il existe une multitude d'axes, d'amplitude et de vitesse. L'évaluation isocinétique ne permet pas à elle seule de faire un diagnostic lésionnel car elle n'est pas fonctionnelle. Il existe encore quelques artefacts liés aux phases d'accélération et de décélération pour lesquels des filtres doivent être standardisés. Enfin sa réalisation représente un certain coût et nécessite que l'équipe soit formée.

## **2) APPLICATIONS DE L'ISOCINETISME**

Il existe plusieurs domaines d'application de l'isocinétisme tels que le diagnostic pathologique, le suivi thérapeutique ou sportif, pour la prévention des lésions musculaires ou articulaires. En rééducation il peut être utilisé pour un renforcement musculaire actif ou passif, contrôlé, sécurisé, progressif, personnalisé et avec des modes de contraction, des charges et des vitesses différents. En préparation sportive c'est utilisé pour l'établissement et le suivi des programmes, le dépistage de facteurs de risque de blessures et la prévention des accidents. Enfin c'est également utilisé dans la recherche scientifique.

Il existe des contre-indications relatives, par exemples la présence de douleurs, d'hyarthrose importante, de lésion ligamentaire récente, l'épilepsie, la grossesse ; mais également des contres indications absolues comme une fracture non consolidée, un processus pathologique évolutif, une pathologie cardiovasculaire non équilibrée contre indiquant tout effort, qui ne permettent pas la réalisation d'un exercice isocinétique. Il convient de rester attentif à l'état de santé du patient avant de réaliser une évaluation isocinétique.

Ici nous développerons surtout le test isocinétique dans la rupture du ligament croisé antérieur.

## **3) INTERET DE L'ISOCINETISME DANS LA LIGAMENTOPLASTIE DU GENOU**

En effet l'évaluation isocinétique dans le contexte de rupture du ligament croisé antérieur sert surtout à la prise en charge post opératoire. Elle permet d'objectiver l'évolution de la récupération de la force musculaire, d'orienter le renforcement musculaire dans la rééducation, de déterminer l'arrêt du renforcement musculaire et d'aider à la reprise sportive. Cette évaluation est recommandée à 4 mois et à 6 - 8 mois postopératoire (SOFMER), mais il est aussi pertinent de le réaliser quand le testing musculaire manuel ne permet plus de voir la différence entre les deux membres ou par rapport aux antagonistes. Lorsque les résultats d'un test sont insuffisants par rapport aux objectifs fixés un troisième test peut être proposé. Afin d'observer le profil évolutif les tests doivent être au moins espacés de deux mois.

#### **4) LES MODALITES DE REALISATION**

L'évaluation musculaire isocinétique est le gold standard de l'évaluation de la force musculaire.

##### **4.1) Echauffement**

L'échauffement est indispensable à la réalisation du test isocinétique. Il existe un échauffement standardisé qui doit préparer l'appareil cardio-respiratoire et doit être ensuite spécifique au groupe musculaire évalué. Dans le cadre du genou, on peut proposer un échauffement général sur cycloergomètre à 1 Watts/kg de poids suivi d'exercices spécifiques comme les montées de genou ou le talon fesse.

Cet échauffement sert à préparer le patient à l'évaluation maximale sans pour autant le fatiguer. Il est ensuite suivi d'une période de familiarisation avec la machine isocinétique, qui permet une compréhension du geste, une connaissance des vitesses et des modes de contractions afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Il est proposé la réalisation de 2 séries de 6 répétitions à 120° en mode concentrique, à ajuster en fonction de la sensation du patient. Chez un sujet pathologique le côté sain doit être testé en premier.

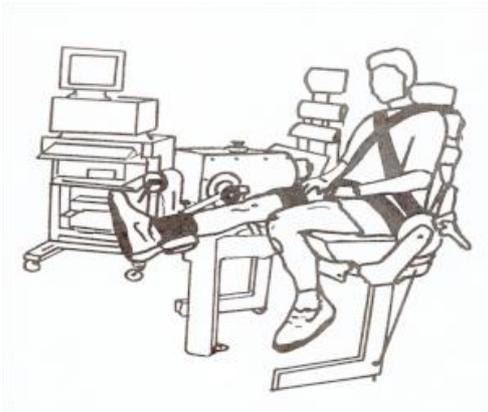
##### **4.2) Installation**

Nous évoquerons uniquement l'installation pour un test appliqué au genou.

La position du patient doit être confortable, le mettre en confiance et de façon indolore sans prendre de risque de lésions durant l'effort. La position ainsi que la stabilisation doivent permettre un alignement parfait de l'axe de rotation articulaire et du dynamomètre.

La plus commune est la position assise avec une inclinaison postérieure du tronc de 15° et la cuisse est en appui sur le siège. L'axe du dynamomètre est aligné de façon que son centre de rotation corresponde à celui du centre articulaire moyen de flexion extension du genou. Il se situe en général au niveau du centre du condyle fémoral. La stabilisation de la cuisse se fait par une sangle. Le contre appui, sur lequel la force est exercée, est placé sur le dessus du coup de pied à deux travers de doigt au dessus du pli de flexion de la cheville. Le tronc est également sanglé pour éviter des flexions brutales lors de l'exercice. Enfin, le membre controlatéral est maintenu par un contre appui résistif distal. La position tient donc un

rôle important dans les résultats car elle peut modifier les chaînes musculaires mises en jeu. Il faut toujours avoir la même installation pour pouvoir comparer les valeurs. (Figure 5 et 6)



*Figure 5 : positionnement lors d'un test isocinétique*



*Figure 6 : positionnement du contre appui*

#### **4.3) Protocole d'évaluation**

La course angulaire doit permettre au sujet d'atteindre la force isocinétique demandée et maximum. Elle dépend de la souplesse des patients mais est généralement comprise entre 75 et 80° pour un sujet sédentaire ou atteint d'une pathologie articulaire du genou et de 90° pour le sportif entraîné.

L'évaluation musculaire isocinétique se débute le plus souvent en mode concentrique car plus facile à réaliser et moins traumatisant pour le muscle que le mode excentrique.

Pour apprécier les caractéristiques des muscles fléchisseurs et extenseurs du genou il est suggéré de l'évaluer à au moins 2 vitesses angulaires concentriques, à 60°/s ou 90°/s (vitesse lente) et à 180 °/s ou 240°/s (vitesse rapide) et à une vitesse excentrique de 30°/s.

Il est conseillé de ne pas épuiser le muscle avec un nombre de répétitions trop élevées, 3 répétitions à chaque vitesse angulaire suffisent.

Il est important de prendre en compte le poids du membre étudié, ainsi une correction de gravité est nécessaire pour l'interprétation des résultats, afin de ne pas avoir des résultats faussés.

Enfin entre les évaluations maximales il est conseillé de prendre 60 secondes de récupération.

## 5) INTERPRETATION DES DONNEES

Il n'existe pas de valeurs normatives des paramètres isocinétiques mesurés bien définies, devant la grande variabilité due au sexe, à l'activité physique pratiquée par les sujets et du poids. L'interprétation des valeurs isocinétiques doit être qualitative par l'interprétation des courbes et quantitative par l'interprétation des valeurs du moment de force maximum et des ratios. En effet l'analyse des courbes repose sur la morphologie des courbes (régulièrement arrondies, plateau, encoche) et sur la superposition des courbes. (Figure 7 et 8)

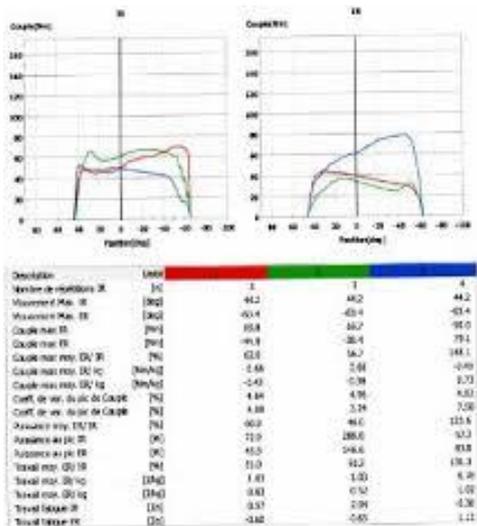


Figure 7 : exemple de présentation de résultats

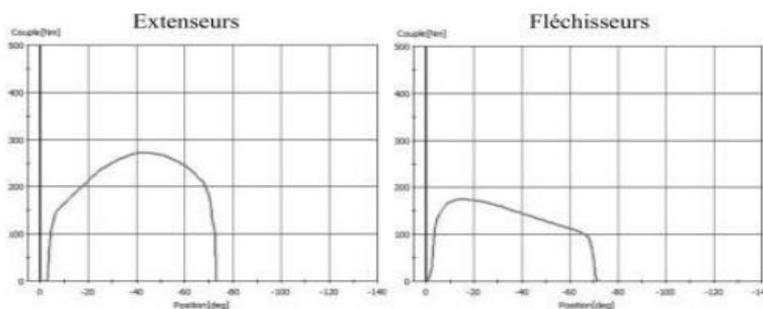


Figure 8 : aspect normal des courbes d'un test isocinétique du genou en vitesse concentrique pour les extenseurs et les fléchisseurs

Les résultats s'interprètent en fonction du coté controlatéral (pourcentage de différence entre les deux cotés), en fonction des valeurs de références si elles existent ou encore à des valeurs normatives mais peu fiables au vu de la variabilité inter-sujets. Il est retenu qu'une variation de 7 % n'était pas considérée comme une variation réelle mais plus probablement du au hasard devant la variabilité des méthodologies d'évaluation. Chez le sportif il est important de prendre en compte le type de sport pratiqué, afin de ne pas passer à coté d'un déficit de force adaptée à sa pratique et de savoir quelles peuvent être les valeurs « objectifs ».

Le pourcentage de récupération par rapport au coté opposé peut guider la reprise du sport. Si la récupération est comprise entre 70 et 80 % la reprise des activités légères type course à pied peut être autorisée, entre 80 et 90 % la reprise des activités normales d'entraînement est possible, enfin entre 90 et 95% de récupération la reprise des activités de compétition est autorisée.

Le ratio mixte ischiojambiers à 30 /s° en excentrique sur quadriceps à 240°/s en concentrique est plus représentatif du geste sportif, il doit être compris entre 0,8 et 1,2. Si le ratio est inférieur à 0,8 il y existe un risque lésionnel et notamment sur les IJ.

Alors que le rapport mixte ischiojambiers sur quadriceps en concentrique à 90°/s est moins représentatif de la physiologie, il doit être compris ente 50 et 60%.

# LA REPRISE DU SPORT

## 1) LES DELAIS ET LE TAUX DE REPRISE DU SPORT

Andern et al (110), dans une méta analyse, constatent que 65% des patients après ligamentoplastie du croisé antérieur, retournent à leur niveau sportif avant leur blessure dans les 2 ans et 38% seulement restent au même niveau après 2 ans. Des résultats similaires sont retrouvés dans une étude récente, 88% des patients sont revenus à un type de sport quel qu'il soit, 69% ont repris un sport pivot et 47,5 % ont repris un sport pivot en compétition dans les 2 ans (111). Ce qui ne semble pourtant pas corrélérer avec les résultats fonctionnels du genou à 90% normal ou presque normal (112). En fonction des études, 85 à 91,1% des patients ont un score IKDC A ou B (111) (112), d'autres facteurs psychologiques et motivationnels doivent rentrer en compte dans la reprise du sport. Il existe plusieurs facteurs psychologiques influençant le retour aux jeux. (113)

Les délais de reprise du sport en ligne sont de 7,6 mois et de 10,2 mois pour les sports de pivot en entrainement. (Figure 9)

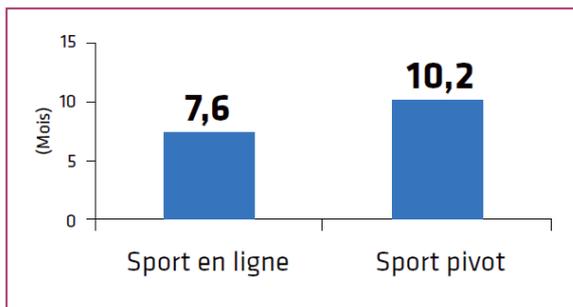


Figure 9 : Délai de retour au sport (figure issue de l'étude de la SFTS)

Le délai de reprise du sport est variable selon le sport pratiqué, il peut aller de 4 mois pour le cyclisme à 12 mois pour le tennis en loisir. Il existe peu de données sur un sport précis, et cela est difficilement comparable devant la diversité des temps de recul des études et les niveaux des athlètes (114). Le délai de reprise du sport au même niveau est de 11+/-2 mois pour le KJ et 10,2+/- 2 mois pour le DIDT pour Dauty et al (115) alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les 2 plasties pour Gobbi et al (116) et dans l'étude de la société française de traumatologie du sport (SFTS). (117)

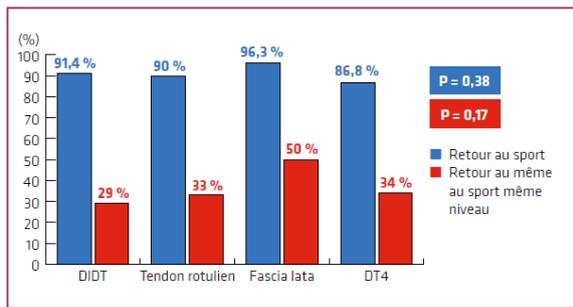


Figure 10 : Etude de SFTS : taux de reprise du même sport au même niveau en fonction des plasties

Mais d'autres études montrent des différences significatives entre les plasties, la technique du KJ permettait à 66% des cas le retour au sport antérieur contre 50% pour un DIDT pour Aglietti et al (118). Alors que Rose et al (119), rapportent 38% de reprise du sport au même niveau avec un KJ et 44% avec un DIDT à 12 mois de recul. (Figure 10)

Il est retrouvé dans la littérature que le niveau de sport préopératoire est un facteur influençant la reprise du sport au même niveau. (117)

## 2) LES CRITERES DE REPRISE DU SPORT

Les critères principaux retrouvés lors d'un questionnaire délivré à une majorité de chirurgiens orthopédiques italiens pour retourner sur le terrain sont : la récupération d'une mobilité totale, un Lachman négatif, l'absence de ressaut rotatoire interne, l'auto-questionnaire IKDC. (120)

Il n'y a pas de consensus sur les critères physiques autorisant le retour au sport sans restriction. En 2014 Puig et al (102) ont réalisé une revue de la littérature afin d'essayer de définir des critères qui sont les suivants.

Tout d'abord, les délais post-chirurgicaux, pour lesquels les auteurs se basent sur des critères de cicatrisation de la plastie, sont très variables d'une étude à l'autre. Le plus souvent le délai minimum est de 6 mois.

Il y a plusieurs critères d'examen clinique pris en compte, comme l'absence de douleur ou d'épanchement lors des activités physiques, une mobilité articulaire symétrique ou

encore une stabilité articulaire suffisante mesurée grâce au KT-1000 (la différence de tiroir tibial antérieur entre côté sain et opéré ne doit pas être supérieur à 5 mm) ou à l'aide du GNRB (le Genourob).

La force musculaire est également une donnée nécessaire, elle est calculée à l'aide d'un dynamomètre isocinétique. Dans leur étude Schmitt et al (121) ont remarqué que les athlètes opérés ayant un déficit de force de moins de 10% au niveau du quadriceps avaient des tests fonctionnels similaires aux non blessés. Les tests isocinétiques sont couramment utilisés dans la littérature avant la reprise du sport. Les recommandations varient entre 80 et 90 % du pic de couple de force du quadriceps et des ischiojambiers par rapport au côté sain pour autoriser la reprise.

L'évaluation du contrôle neuromusculaire et de la stabilité posturale après une ligamentoplastie du genou peut prédire le risque relatif d'une nouvelle lésion du LCA. La ligamentoplastie du genou perturbe sa cinétique pendant 3 mois lors de la marche et pendant 4 à 12 mois lors d'un saut monopodal. Les variables les plus prédictives d'une lésion du LCA sont l'adduction de hanche et une diminution de la flexion du genou. (122)

De plus, les critères fonctionnels importants sont tout d'abord le saut monopodal qui est une mesure validée et reproductible. On considère comme « normal » chez un sujet sain un rapport de 85 - 90 % entre le côté droit et gauche. Il existe 4 manières de le mesurer : longueur d'un saut monopodal, longueur d'un triple saut monopodal, longueur d'un triple saut croisé, temps pour parcourir six mètres en saut monopodal. (CF Annexe 5)

Le test d'agilité modifié est un test multidirectionnel qui comprend 4 changements de direction à 90°, toujours dans le même sens, afin de mettre en évidence des déficits spécifiques du côté lésé par rapport au côté sain, l'objectif est d'atteindre une symétrie entre les 2 côtés (moins de 10 % de différence de temps). (123)

Le test de Vail comprend 4 tests différents avec une cotation sur 20 points : un exercice de flexion de genou contre une résistance élastique pendant 3 minutes, un exercice de déplacement latéral contre résistance élastique pendant 90 secondes, une course avant pendant 2 minutes, une course arrière pendant 2 minutes. (124)

Le Y balance test mesure l'équilibre dynamique qui prend en compte la force du membre inférieur en charge, la proprioception de la cheville à la hanche et la stabilisation lombo-pelvienne. C'est un test fiable (125). Il existe une forte corrélation entre les fléchisseurs de genou et les abducteurs de la hanche. Une asymétrie de la portée antérieure de plus de 4 cm au cours du test est prédictive d'un risque de blessure au membre inférieur (126) (127) (CF Annexe 6)

Enfin les questionnaires mesurent la gêne ressentie et les difficultés rencontrées dans la vie quotidienne par le patient. Il existe 2 types d'échelles : les échelles fonctionnelles qui évaluent les répercussions des symptômes sur les performances des sujets et les échelles de mesure de la fréquence de participation aux activités physiques.

Les différents scores utilisés après une plastie du LCA sont l'IKDC subjectif et objectif, le score de Lysholm, le Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), le score de Cincinnati, le score d'activité de Tegner et le score d'activité Marx. L'échelle la plus fréquemment utilisée est l'International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective. Pour Myers et al (128), il faut un score IKDC subjectif minimum de 70 pour pouvoir envisager la phase de retour sur le terrain. (CF Annexe 8 et 9)

La grille ACL-RSI (anterior cruciate ligament-return to sport after injury), issue d'une étude australienne (129) permet d'évaluer l'impact psychologique sur la capacité du patient à reprendre le sport. Cette échelle comprend 12 items et a été développée autour de trois composantes corrélées au retour au sport selon la littérature : les émotions, la confiance dans sa performance et l'évaluation du risque. En 2013, Bohu et son équipe (130) valident ce score en français. Cette grille peut être utilisée pour tous les patients opérés d'une ligamentoplastie du LCA. Un résultat à 4 mois inférieur à 56% est un facteur péjoratif de reprise du sport à 12 mois, alors qu'un résultat supérieur à 72 % à 6 mois est un facteur positif de reprise du sport. (129) (130) (CF Annexe 7)

Ainsi, comme vu précédemment les tests isocinétiques, faisant partis des critères de reprise du sport, nous donnent des données objectives sur la récupération musculaire après une ligamentoplastie du genou. Nous avons fait le choix d'utiliser cet outil d'évaluation pour apprécier l'impact d'une rééducation réalisée en centre comparé au libéral.

# **PARTIE II : ETUDE**

**Rééducation post ligamentoplastie du genou en libéral ou en centre : impact sur la récupération musculaire post opératoire.**

# **OBJECTIFS**

L'objectif principal est d'observer si la récupération musculaire précoce au niveau du quadriceps et des ischiojambiers est meilleure après rééducation post opératoire en centre qu'en libéral.

Les objectifs secondaires sont d'étudier la récupération musculaire après rééducation en centre ou libérale plus tardive, d'observer la récupération musculaire en fonction du type de ligamentoplastie, d'analyser la reprise du sport au niveau antérieur et la survenue de nouvelles blessures.

# MATERIEL ET METHODES

## 1) CRITERES D'EVALUATION

### 1.1 Critère d'évaluation principal

Le critère d'évaluation principal est la comparaison des résultats des tests isocinétiques entre le 4<sup>e</sup> - 7<sup>e</sup> mois post ligamentoplastie du genou pris en charge en centre de rééducation versus en libéral.

### 1.2 Critères d'évaluation secondaires

- Comparaison des résultats des tests isocinétiques entre le 8<sup>e</sup> - 13<sup>e</sup> mois post ligamentoplastie du genou pris en charge en centre de rééducation versus en libéral.
- Résultats des tests isocinétiques en fonction du type de ligamentoplastie.
- Analyse d'un questionnaire sur la reprise du sport et à quel niveau.
- L'évaluation subjective du genou par l'IKDC et le score de LYSHOLM post opératoire.
- La survenue de complications.

## **2) MOYENS D'ÉVALUATION**

### **2.1 La machine isocinétique**

Dans cette étude, la machine isocinétique utilisée est une machine CON-TREX de la société MEDIMEX, dans le centre de rééducation du CHU de Poitiers.

### **2.2 L'IKDC : International Knee Documentation Comitee (CF Annexe 8)**

Le score IKDC a été mis au point en 1992 par l'ESSKA (European Society for Sports Traumatology Knee Surgery and Arthroscopy) et l'AOSSM (American Orthopedic Society for Sports Medecine), afin d'harmoniser les critères des différentes équipes médico-chirurgicales prenant en charge des genoux opérés.

Dans cette étude nous utilisons l'IKDC-2000 qui est l'IKDC simplifié calculé à partir des 9 réponses aux questions posées aux patients : niveau d'activité, douleur (2 items), raideur, gonflement, blocage du genou, dérobement, activités sportives et capacités (monter les escaliers, descendre les escaliers, s'agenouiller [appui sur le devant du genou], s'accroupir, s'asseoir, se lever d'une chaise, courir en ligne droite, sauter avec réception sur la jambe faible, s'arrêter et repartir brusquement). Un score de 100 signifie qu'il n'y a aucune limite aux activités quotidiennes et sportives, et que les symptômes sont nuls.

Dans une étude sur les grilles d'évaluation dans la ligamentoplastie du LCA réalisée par K.Chaory et S.Poiraudeau, il est retrouvé que la reproductibilité de l'ancienne version de l'IKDC est remise en question, en raison de l'évaluation manuelle de la laxité par le test de Lachmann. La reproductibilité de la nouvelle version (IKDC-2000) est meilleure avec un coefficient de corrélation intra-classe à 0,94. (131)

### **2.3 Le score de LYSHOLM et TEGNER (CF Annexe 9)**

C'est un score qui fut publié en 1985, suite aux modifications apportées par Tegner à l'échelle de Lysholm. La modification principale est l'adjonction et la prise en compte de l'évaluation du niveau d'activité physique antérieure (cotation Tegner). Cette échelle est surtout utilisée par les équipes anglo-saxonnes. Elle est cotée de 0 à 100 ; 100 correspondant à la note maximale. Le score de Lysholm comporte huit items : instabilité vingt cinq points, douleur vingt cinq points, blocage quinze points, gonflement dix points, escaliers dix points, accroupissement cinq points, boiterie cinq points, canne cinq points.

Le résultat est considéré comme très bon et bon pour un score total compris entre 84 et 100 points, moyen entre 65 et 83 points et mauvais au-dessous de 65 points.

Dans l'étude de K.Chaory et S.Poiraudeau, onze synthèses bibliographiques sur les échelles d'évaluation des ligamentoplasties portent sur l'échelle de Lysholm. Sa reproductibilité est bonne, elle est mesurée par l'étude du coefficient de corrélation intra-classe qui retrouve des scores variant de 0,88 à 0,95. (131) (132)

### **3) SCHEMA DE L'ETUDE**

Il s'agit d'une étude rétrospective unicentrique dans le service de Médecine Physique et Réadaptation du CHU de Poitiers. L'étude a porté sur des patients passant un test isocinétique, de janvier 2015 à décembre 2017.

#### **3.1) Mesures réduisant les biais**

Les tests isocinétiques sont tous issus du même centre et de la même machine isocinétique avec des réglages identiques.

#### **3.2) Le test isocinétique**

Le protocole des tests isocinétiques du CHU de Poitiers était le suivant :

-Echauffement de 15 minutes sur un cycloergonmètre, puis échauffement de 10 répétitions sur la machine isocinétique en concentrique à 90° pour comprendre le fonctionnement.

- Installation : Le patient est assis avec une inclinaison de 10°. Il est maintenu avec des sangles au niveau du torse, appui tibial et jambe controlatérale tenue. Les tests commencent par le coté sain.

- Le test concentrique : L'amplitude du test se fait de 0 à 100°. Nous débutons par un test concentrique à vitesse lente à 90°/s, éducation du patients avec 3 répétitions puis 5 répétitions pour le test, nous faisons le même protocole à 240°/s.

- Le repos : Le repos entre chaque série est de 1 minute.

- Le test excentrique : Le test en excentrique se réalise avec une amplitude de 90° à 20°, à vitesse de 90°/s, 3 essais puis 5 répétitions pour le test.

L'encouragement vocal est important pendant le test. Les courbes s'affichent sur l'écran et permettent au praticien de s'assurer de la qualité du test.

Nous avons utilisé pour l'interprétation des résultats, le déficit relatif concernant les couples max moyen (en Nw/kg) pour les faibles vitesses en concentriques et en excentriques à 90°/s et pour la vitesse élevée à 240°/s en concentrique ainsi que les ratios.

Les valeurs normatives pour les déficits relatifs étaient : (109) (133)

- <10% reprise des activités sportives en compétition autorisée
- 10% - 20% reprise des activités normales d'entraînement
- 20% - 30 % reprise des activités sportives légères comme la course à pied

Les normes des ratios utilisés sont : (134) (135) (136)

-Ratio maximum moyen ischiojambiers/quadriceps en mode concentrique à 90°/seconde : 50 - 60 %

- Ratio mixte ischiojambiers (excentrique 30°/seconde) / quadriceps (concentrique à 240°/seconde) : 0,8 - 1,2

- Ratio mixte quadriceps (concentrique à 90°/seconde) /ischiojambiers (excentrique 90°/seconde) : 1,3 - 1,4

## **4) POPULATION ETUDIEE**

### **4.1) Les critères d'inclusion**

Les patients doivent présenter tous les critères d'inclusion pour être éligibles :

- Première chirurgie du genou.
- Test isocinétique réalisé entre 4 et 7 mois ou 8 et 13 mois post ligamentoplastie du genou.
- Absence de contre indication à un test d'effort.
- Pas d'événement traumatique ou douloureux récent.

### **4.2) Les critères d'exclusion**

Les patients présentant au moins un de ces critères ne sont pas éligibles :

- Deuxième blessure ou ligamentoplastie multiple du genou.
- Complication du genou.
- Date du test isocinétique réalisé à plus de 13 mois post chirurgie.

## **5) RECUEIL DES DONNEES**

Le recueil des données est obtenu à partir des résultats des tests isocinétiques de janvier 2015 à décembre 2017 issus d'une analyse des dossiers. Nous avons également réalisé un entretien téléphonique avec les patients et envoyer un questionnaire par mail, comprenant le score IKDC, de Lysholm et Tegner ainsi que des questions sur leur reprise d'activité sportive et la durée de la kinésithérapie. (CF Annexe 10)

## 6) ÉVALUATION STATISTIQUE

L'analyse des données isocinétiques a porté sur les valeurs relatives (déficit en pourcentage) par rapport au coté controlatéral et non sur les valeurs absolues.

L'ensemble de ces données a été rapporté dans une analyse descriptive. Compte tenu du peu de sujets inclus et la répartition non compatible avec la loi normale, l'analyse statistique repose sur un test non paramétrique de Mann-Whitney réalisé à partir du logiciel STATISTICA avec une valeur seuil de significativité des différences inférieur à 5% de risque ( $p < 0,05$ ). L'hypothèse posée était qu'il existait une différence significative des résultats des tests isocinétiques réalisés entre 4 et 7 mois entre les rééducations en centre et en libéral. L'absence de différence démontrée ne permet pas de conclure que les résultats sont équivalents. Ont été retenues pour l'analyse statistique les valeurs de déficit relatif concernant les couples max moyen (en Nw/kg) pour les faibles vitesses en concentrique et en excentrique à 90°/s et pour la vitesse élevée à 240°/s en concentrique ; et les ratios.

# RESULTATS

## 1) DESCRIPTION DE LA POPULATION

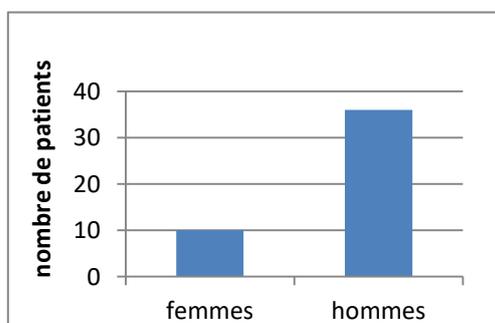
Les patients ont été opérés soit au CHU de Poitiers, soit par le Dr Barthélémy chirurgien orthopédiste exerçant à la clinique Saint Gatien à Tours, soit à la clinique du sport de Mérignac.

Cette étude se base sur des données des tests isocinétiques du CHU de Poitiers de janvier 2015 à décembre 2017. Soixante huit patients ont réalisé un test isocinétique post ligamentoplastie du genou. Vingt deux ont été exclus, 6 à cause du délai du test, 13 pour des raisons de genou multi-opéré, 1 du à une fracture associée du plateau tibial et 1 avec un test non réalisé du fait de la douleur. Les patients inclus, ayant bénéficié initialement d'une rééducation en centre spécialisé pendant 3 semaines à 1 mois, sont allés soit au CHU de Poitiers dans le service de médecine physique et réadaptation soit au CERS de Capbreton. Les autres patients ont été rééduqués exclusivement en libéral.

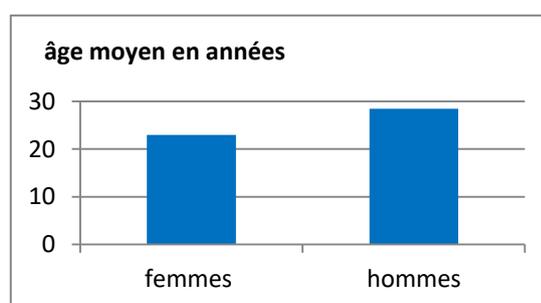
Au total 46 patients ont été évalués après exclusion de 22 patients.

Sur les 46 patients inclus 10 étaient des femmes (21,3%) et 36 des hommes (78,7%). L'âge moyen était de 23 ans pour les femmes et 28,5 ans pour les hommes. (*Figure 11 et 12*)

Le groupe M4-M7 comprenait 25 patients au total, dont 5 femmes et 20 hommes, et le groupe M8-M13, 8 femmes et 22 hommes. Dans le groupe M4-M7 10 patients (soit 40%) ont bénéficié d'une rééducation en centre et 15 (soit 60%) en libéral. Dans le groupe M8-M13 10 patients (soit 29,4%) ont suivi une rééducation en centre et 24 (soit 70,6%) en libéral. Les ligamentoplasties se répartissaient ainsi : 32 DIDT et 14 KJ. (*Tableau 1*) (*Figure 13 et 14*)



*Figure n°11 : répartition de la population en fonction du sexe*



*Figure n° 12: répartition de l'âge de la population étudiée en fonction du sexe*

Types de rééducation	Rééducation en centre	rééducation en libéral
Sexe	Hommes : 13	Hommes : 23
	Femmes : 1	Femmes : 9
Age moyen	Hommes : 29 ans	Hommes : 28,2
	Femmes : 21 ans	Femmes : 23,2
Techniques chirurgicales	DIDT : 5	DIDT : 27
	KJ : 9	KJ : 5
Type de sport	Football : 6	Football : 8
	Basket : 1	Basket : 5
	Course à pied : 3	Course à pied : 3
	Handball : 1	Handball : 4
	Salle de sport : 1	Rugby : 2
	Equitation : 1	Salle de sport : 1
	Rien : 1	Equitation : 2
		Gymnastique : 1
		Danse : 1
		Sport de combat : 2
		cyclisme : 1
		Badminton : 1
	Escrime : 1	

Tableau 1 : Caractéristiques de la population.

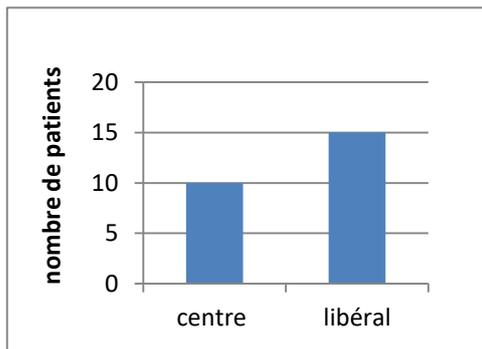


Figure n° 13: répartition de la population au test M4-M7 en fonction du type de rééducation

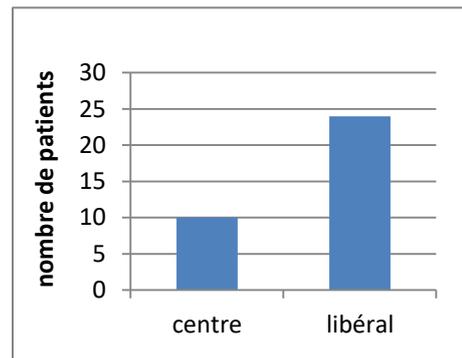


Figure n° 14 : répartition de la population au test M8-M13 en fonction du type de rééducation

## 2) DESCRIPTION DES RESULTATS

### 2.1) Critère d'évaluation principal

Nous avons comparé les valeurs de chaque variable des tests isocinétiques.

Dans les groupes pour lesquels les tests ont été réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois nous pouvons observer une différence significative en ce qui concerne la variable du travail concentrique à 240°/s du quadriceps en faveur du groupe rééduqué en libéral. En effet le déficit moyen en centre est de 36,5 % par rapport au coté sain contre 20,2% en libéral avec un p=0,03. Pour le ratio quadriceps concentrique à 90°/s sur ischiojambiers excentrique à 90°/s il existe une différence significative avec p= 0,001 en faveur de la rééducation en libéral (moyenne de 1,42). Pour les autres variables nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence. (Tableau 2)

Muscles évalués	Test musculaire	CENTRE	LIBERAL	p
Quadriceps	Travail concentrique à 90°/s	35 ± 17,8	22 ± 18,4	0,63
	Travail concentrique à 240°/S	36,5 ± 14,5	20,2 ± 15,5	<b>0,03</b>
Ischiojambiers	Travail concentrique à 90°/s	2,9 ± 15,8	8,5 ± 18,2	0,3
	Travail concentrique à 240°/S	8 ± 12,5	4 ± 24,4	0,87
	travail excentrique à 90°/s	5,9 ± 19,1	6 ± 20,9	0,76
Ratio	Ischiojambiers (excentrique 30°/s) /Quadriceps (concentrique 240°/S)	1,28 ± 0,3	1,0 ± 0,3	0,14
	ischiojambiers/quadriceps (concentrique 90°/S)	86,2 ± 26,5	65,8 ± 19,4	0,11
	Quadriceps (concentrique 90°/s ) / ischiojambiers (excentrique90°/S)	1,05 ± 0,2	1,42 ± 0,3	<b>0,001</b>

*Tableau n° 2: déficits musculaires moyens (%) et ratio toutes ligamentoplasties confondues des tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois.*

## 2.2) Critères d'évaluation secondaire

### 2.2.1) Comparaison entre le 8<sup>e</sup> - 13<sup>e</sup> mois

Des différences significatives sont observées pour les ischiojambiers en concentrique à 90°/s avec un  $p= 0,03$  en faveur de la rééducation en centre, le déficit moyen étant de 3,2% du coté sain en centre et de 10% du coté lésé en libéral. Pour le ratio ischiojambiers sur quadriceps à 90°/s en concentrique et quadriceps concentrique 90°/s sur ischiojambiers excentrique 90°/s, la différence est en faveur de la rééducation en libéral, avec un  $p$  respectif à 0,009 et 0,004. (Tableau 3)

Muscles évalués	Test musculaire	CENTRE	LIBERAL	p
Quadriceps	Travail concentrique à 90°/s	30,9 ± 14,4	23,5 ± 18,1	0,59
	Travail concentrique à 240°/S	29,3 ± 15,3	23,2 ± 18,4	0,12
Ischiojambiers	Travail concentrique à 90°/s	-3,2 ± 8,6	10 ± 18,9	<b>0,03</b>
	Travail concentrique à 240°/S	- 0,14 ± 12	10,8 ± 16	0,07
	Travail excentrique à 90°/s	9,6 ± 13,8	12,3 ± 17,7	0,47
Ratio	Ischiojambiers (excentrique 30°/s) / Quadriceps (concentrique 240°/S)	1,20 ± 0,24	1,03 ± 0,25	0,64
	Ischiojambiers/quadriceps (concentrique 90°/S)	83,9 ± 17,6	73 ± 52,5	<b>0,009</b>
	Quadriceps (concentrique 90°/s) / ischiojambiers( excentrique90°/S)	1,13 ± 0,16	1,33 ± 0,43	<b>0,004</b>

Tableau n°3 : déficits musculaires moyens (%) et ratio toutes ligamentoplasties confondues des tests réalisés entre le 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> mois

## 2.2.2) Résultats des tests isocinétiques en fonction du type de ligamentoplastie

En comparant les types de rééducation en fonction du type de chirurgie nous ne mettons pas de différence significative pour le critère principal. (Tableau 4 et 5)

Muscles évalués	Test musculaire DIDT M4-M7	CENTRE	LIBERAL	p
Quadriceps	Travail concentrique à 90°/s	20,3 ± 20,8	17,4 ± 16,2	0,72
	Travail concentrique à 240°/S	27,3 ± 8,5	17,1 ± 15,8	0,25
Ischiojambiers	Travail concentrique à 90°/s	8,8 ± 3,7	11,8 ± 18	0,52
	Travail concentrique à 240°/S	19,3 ± 6,8	6 ± 26,8	0,61
	Travail excentrique à 90°/s	5,7 ± 15,3	6,4 ± 21,7	0,83
Ratio	Ischiojambiers (excentrique 30°/s) /Quadriceps (concentrique 240°/S)	1,1 ± 0,1	0,95 ± 0,28	0,17
	Ischiojambiers/quadriceps (concentrique 90°/S)	70 ± 16,3	60,6 ± 15,2	0,52
	Quadriceps (concentrique 90°/s) / ischiojambiers(excentrique90°/S)	1,19 ± 0,07	1,49 ± 0,22	0,083

Tableau n° 4: déficits musculaires moyens(%) et ratio des DIDT des tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> mois

Muscles évalués	Test musculaire KJ M4-M7	CENTRE	LIBERAL	p
Quadriceps	Travail concentrique à 90°/s	41,3 ± 13,2	40,3 ± 17,2	0,91
	Travail concentrique à 240°/S	40,4 ± 15,2	32,7 ± 4,7	0,5
Ischiojambiers	Travail concentrique à 90°/s	0,3 ± 18,5	-4,47 ± 15,4	0,82
	Travail concentrique à 240°/S	3,2 ± 11,4	-4 ± 10,6	0,5
	travail excentrique à 90°/s	6,9 ± 21,7	5,7 ± 22,2	0,91
Ratio	Ischiojambiers (excentrique 30°/s) /Quadriceps (concentrique 240°/S)	1,34 ± 0,34	1,2 ± 0,25	0,65
	ischiojambiers/quadriceps (concentrique 90°/S)	93,1 ± 27,94	86,9 ± 23,4	0,82
	Quadriceps (concentrique 90°/s) / ischiojambiers (excentrique90°/S)	0,99 ± 0,23	1,15 ± 0,40	1

Tableau n° 5: déficits musculaires moyens(%) et ratio des KJ des tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> mois

En ce qui concerne le groupe des tests réalisés entre le 8<sup>e</sup> et le 13<sup>e</sup> mois nous observons une différence significative dans le groupe des KJ avec un déficit de 9% pour les rééducations en centre et un déficit de 19,3 % du coté sain pour les rééducations en libéral avec une p= 0,02 en travail excentrique à 90°/s. Pour le ratio quadriceps en concentrique 90°/s sur ischiojambiers en excentrique 90°/s, il existe également une différence significative avec p= 0,02. (Tableau 6 et 7)

Muscles évalués	Test musculaire DIDT M8-M13	CENTRE	LIBERAL	p
Quadriceps	Travail concentrique à 90°/s	13,9 ± 12,6	18,7 ± 10,2	0,6
	Travail concentrique à 240°/S	13,6 ± 12,8	19 ± 13,5	0,6
Ischiojambiers	Travail concentrique à 90°/s	0,23 ± 2,4	13 ± 17,7	0,16
	Travail concentrique à 240°/S	- 0,8 ± 7,3	12,5 ± 16,1	0,15
	travail excentrique à 90°/s	7,1 ± 3,4	16,47 ± 13,8	0,73
Ratio	Ischiojambiers (excentrique 30°/s) /Quadriceps (concentrique 240°/S)	0,97 ± 0,18	0,99 ± 0,22	0,83
	ischiojambiers/quadriceps (concentrique 90°/S)	64,1 ± 13,8	56,2 ± 12,8	0,38
	Quadriceps (concentrique 90°/s) / ischiojambiers (excentrique90°/S)	1,26 ± 0,02	1,46 ± 0,27	0,73

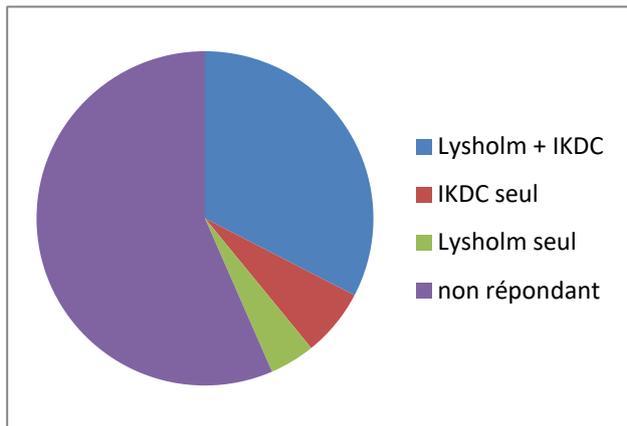
Tableau n°6 : déficits musculaires moyens(%) et ratio des DIDT des tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> mois

Muscles évalués	Test musculaire KJ M8-M13	CENTRE	LIBERAL	p
Quadriceps	Travail concentrique à 90°/s	38,3 ± 7	56,9 ± 28,8	0,5
	Travail concentrique à 240°/S	36,1 ± 11	52,5 ± 24,3	0,5
Ischiojambiers	Travail concentrique à 90°/s	- 4,7 ± 10	- 10,3 ± 15,9	0,4
	Travail concentrique à 240°/S	0,2 ± 14,1	-1 ± 11,5	0,9
	travail excentrique à 90°/s	9,6 ± 16,7	- 19,3 ± 4	<b>0,02</b>
Ratio	Ischiojambiers (excentrique 30°/s) /Quadriceps (concentrique 240°/S)	1,3 ± 0,2	0,92 ± 0,05	0,65
	ischiojambiers/quadriceps (concentrique 90°/S)	92,2 ± 11,4	191 ± 77,5	0,68
	Quadriceps (concentrique 90°/s) / ischiojambiers (excentrique90°/S)	1,08 ± 0,17	0,44 ± 0,12	<b>0,02</b>

Tableau n°7 : déficits musculaires moyens(%) et ratio des KJ des tests réalisés entre le 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> mois

### 2.2.3) Analyse du questionnaire sur la reprise du sport et les complications

En ce qui concerne le taux de réponse aux questionnaires, seulement 17 personnes ont répondu au score de Lysholm et Tegner dont 7 rééduqués en centre (41,2%) et 10 en libéral (58,8%) ; 18 personnes ont répondu à l'IKDC, 8 en centre (44,4%) et 10 en libéral (55,6%). Au total 15 hommes (75%) et 5 (25%) femmes ont participé aux questionnaires. Ce qui est comparable au reste de la population. (*Figure 15*)



*Figure n° 15: répartition du taux de réponses aux questionnaires fonctionnels*

Sur les 19 patients ayant répondu aux questionnaires, 5 patients disent avoir un niveau inférieur à celui avant l'opération, 2 patients de rééducation en centre et 3 en libéral. Aucun n'a eu de nouvelle blessure sur ce genou.

## 2.2.4) Concernant le score IKDC et le score de Lysholm et Tegner

Nous avons pu observer une différence significative pour le score de Lysholm avec un  $p=0,03$ , il était de 93,4 pour la rééducation en libéral versus 87,1 pour la rééducation en centre. (Tableau 8)(Figure 16 et17)

Test fonctionnel	CENTRE	LIBERAL	p
Score IKDC	74,7 ± 11	84,4 ± 16,5	0,07
Score de Lysholm	87,1 ± 4,1	93,4 ± 6,8	<b>0,03</b>

Tableau n°8 : résultats des tests fonctionnels en fonction du type de rééducation, toutes ligamentoplasties confondues

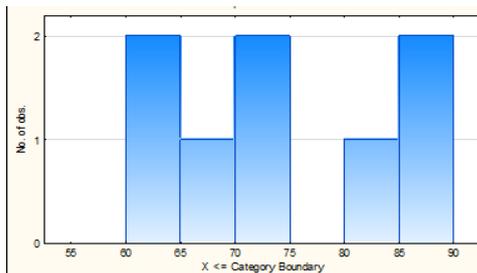


Figure n°16 : répartition des résultats IKDC en centre

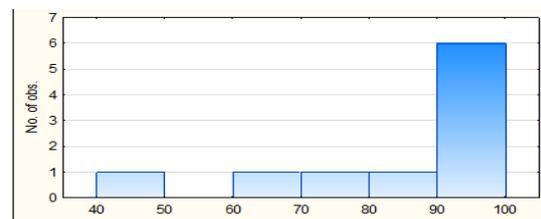
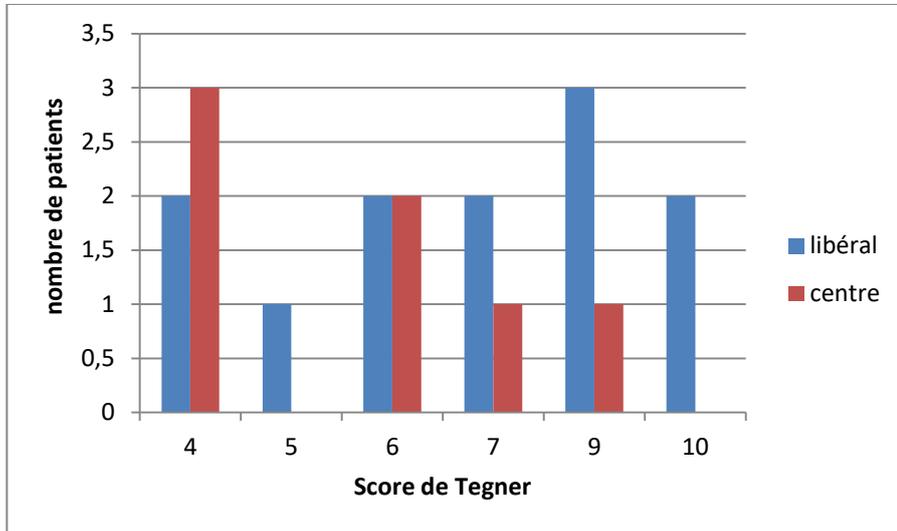


Figure n°17 : répartition des résultats IKDC en libéral

Pour ce qui est du score de Tegner, la moyenne en libéral est de 7,2 sur 10 et 5,7 sur 10 en centre. Les valeurs en libéral vont de 4 à 10 et de 4 à 9 en centre. (*Figure 18*)



*Figure n°18 : répartition des scores de Tegner*

# DISCUSSION

En résumé, dans notre étude nous observons de manière significative une différence en ce qui concerne la variable du travail concentrique à 240°/s du quadriceps pour les tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois, le déficit moyen en centre est de 36,5 % par rapport au coté sain contre 20,2% en libéral (p=0,03) ; et pour le ratio quadriceps concentrique à 90°/s sur ischiojambiers excentrique à 90°/s (p= 0,001).

De plus également de manière significative, pour les tests réalisés entre le 8<sup>e</sup> et le 13<sup>e</sup> mois, des différences sont observées pour les ischiojambiers en concentrique à 90 °/ s, le déficit moyen étant de 3,2% du coté sain en centre et de 10% du coté lésé en libéral (p= 0,03) ; et pour le ratio ischiojambiers sur quadriceps à 90°/s en concentrique et quadriceps concentrique 90°/s sur ischiojambiers excentrique 90°/s (p respectif = 0,009 et 0,004).

Enfin, en fonction des types de chirurgie, pour les tests réalisés entre le 8<sup>e</sup> et le 13<sup>e</sup> mois nous observons une différence significative dans le groupe des KJ avec un déficit de 9% du coté lésé pour les rééducations en centre et un déficit de 19,3 % du coté sain pour les rééducations en libéral (p= 0,02) en travail excentrique à 90°/s et pour le ratio quadriceps en concentrique 90°/s sur ischiojambiers en excentrique 90°/s (p= 0,02). En revanche, pour les tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois nous ne retrouvons pas de différence significative.

## 1) CHOIX DES PATIENTS ET PROTOCOLE

Dans notre étude nous avons fait le choix d'inclure tous les types de sportifs (loisir, compétition et haut niveau) afin d'être représentatif de la population, mais qui peut constituer un biais dans l'évaluation musculaire du fait d'un niveau musculaire de base variable. Il n'y avait pas de professionnel d'inclus. En effet, comme retrouvé dans le guide de l'isocinétique de Pascal Edouard et de Francis Degache (109), le moment de force maximum en Newton, en Newton par kg et les ratios sont différents en fonction des sports pratiqués.

Le protocole a été élaboré par le service à l'aide de la littérature (134) (135) (136). Les patients étudiés dans cette étude ont tous été évalués selon le même protocole.

## 2) ANALYSE DES RESULTATS

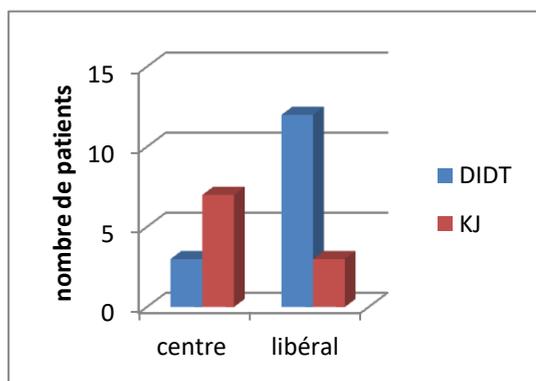
### 2.1) Population

La proportion hommes - femmes n'était pas très équilibrée, en effet seulement 21,3% de femmes au total. Ce n'est pas dérangeant au vu de l'étude de Shelbourne, qui ne retrouvait pas plus de blessure à long terme chez les femmes (140). A noter que pour le critère de jugement principal toutes les femmes incluses étaient dans le groupe rééduqué en libéral.

Dans le groupe M4-M7, 40% des patients ont bénéficié d'une rééducation post opératoire en centre contre 60% en libéral.

Le type de chirurgie n'a pas été pris en compte pour le critère de jugement principal, nous avons étudié les résultats selon tous types de chirurgie. Cela pourrait être préjudiciable, en effet la force isocinétique du quadriceps est plus faible dans le groupe KJ à 6 mois post opératoire, mais ce déficit disparaît après 1 an ; par contre, la faiblesse des ischiojambiers dans le groupe DIDT persiste à 2 ans post opératoire (45) (141). La répartition était la suivante : 60% de DIDT versus 40% de KJ au total. La répartition du groupe entre centre et libéral n'était pas équivalente, dans le groupe centre il y avait 3 DIDT et 7 KJ, dans le groupe libéral 12 DIDT et 3KJ pour le critère de jugement principal. (*Figure 19*)

Ceci est peut-être dû au fait que la majorité des DIDT sont pratiqués par la clinique du sport de Mérignac ou le Dr Barthélémy à la clinique Saint Gatien de Tours et que les KJ sont principalement réalisés au CHU de Poitiers. Ainsi les patients opérés au CHU ont peut-être plus facilement accès au service de Médecine Physique et Réadaptation dans la continuité des soins.



*Figure n°19 : répartition des types de chirurgies dans les groupes pour M4-M7*

Enfin nous avons également inclus les patients ayant eu un geste méniscal, la majorité étant des DIDT rééduqués en libéral (tous groupes confondus : 14 DIDT en libéral, 2 DIDT en centre, 1 KJ en libéral et 1 KJ en centre). Ceci n'a pas réellement influencé le résultat final étant donné les meilleurs résultats en libéral.

**2.2) Critère de jugement principal :** comparaison des résultats des tests isocinétiques post ligamentoplastie du genou pris en charge en centre de rééducation versus en libéral, entre le 4<sup>e</sup> - 7<sup>e</sup> mois.

Nous avons choisi, pour le critère de jugement principal, de prendre en compte les résultats des tests isocinétiques entre 4 et 7 mois afin d'évaluer au mieux le bénéfice de la rééducation post opératoire immédiate. En effet les recommandations de la SOFMER préconisent un premier test à 4 mois puis un second à 6 mois (142).

En pratique les recommandations de la SOFMER sont difficiles à respecter du fait de contraintes du service (seulement 4 bilans isocinétiques par semaine possibles) et des disponibilités des patients. Nous avons donc choisi de prendre en compte comme premier bilan tous les tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois.

Ce choix va dans le sens de la thèse récente réalisée par le Dr Rolland, à Poitiers et qui a montré que les tests isocinétiques réalisés précocément après l'opération avec adaptation de la prise en charge rééducative au décours, ne semblent pas avoir de bénéfice significatif sur l'amélioration de la force musculaire. (143)

Notre étude visait à étudier si la récupération musculaire des patients ayant bénéficié d'une rééducation post opératoire immédiate en centre était meilleure que celle des patients rééduqués en libéral.

Globalement, malgré la répartition des groupes un peu différente (sexes, types de chirurgie), notre étude n'a pas mis en évidence de différence significative entre les 2 groupes, hormis pour force du quadriceps en vitesse rapide et pour le ratio quadriceps concentrique sur ischiojambiers excentrique où les résultats sont faveur du libéral. Il ne faut pas oublier que dans le groupe libéral la majorité des chirurgies étaient des DIDT, gardant le quadriceps intègre.

Ce qui va dans le sens de l'étude de Rousseau et al réalisé en 2001 sur 108 patients, où ils n'avaient pas rapporté de différence significative entre les 2 groupes. Il est difficile de comparer nos résultats à la littérature du fait de sa pauvreté. Les autres études comparent des différentes techniques de rééducation en ambulatoire. (108) (144) (145) (146)

## **2.3) Critères de jugement secondaire**

### **2.3.1) Comparaison des tests réalisés entre 8 et 13 mois.**

En ce qui concerne les tests réalisés entre 8 et 13 mois, les différences sont observées sur les ischiojambiers en concentrique à 90°/s ( $p=0,03$ ) en faveur de la rééducation en centre. Ce qui peut être dû au fait que la majorité des patients rééduqués en centre ont bénéficié d'un KJ alors que ceux en libéral d'un DIDT, où il est maintenant connu un déficit persistant des ischiojambiers jusqu'à 2 ans post opératoire (45). Ce qui n'est pas le cas à 6 mois où la différence des déficits entre les 2 techniques est moindre (43). En effet Condouret et al retrouvent un déficit des ischiojambiers en concentrique à vitesse lente d'environ 14 % à 2 ans et dans notre étude le déficit est d'environ 10 %. (45)

Pour ce qui est des ratios ischiojambiers sur quadriceps à 90°/s en concentrique et quadriceps concentrique 90°/s sur ischiojambiers excentrique 90°/s, la différence est toujours en faveur de la rééducation en libéral comme pour le critère de jugement principal pour ce dernier. L'utilisation de ces ratios est discutable, notamment pour le ratio conventionnel utilisé (concentrique ischiojambiers sur quadriceps à 90°/s) qui est loin de la réalité fonctionnelle. Il est plus bénéfique d'utiliser des ratios mixtes, plus fonctionnels et proches du geste sportif (134). Il n'est donc peut être pas intéressant de prendre en compte le ratio conventionnel. En ce qui concerne le ratio mixte il existe une réelle différence significative avec un  $p=0,004$ .

### **2.3.2) Comparaison en fonction des types de chirurgies**

Pour les tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois on ne retrouve pas de différence significative entre les deux groupes que ce soit pour les DIDT et pour les KJ. Cette sous analyse manque de puissance puisque nous avons de faibles effectifs, mais elle permet de nous rendre compte de la tendance. Si nous prenons isolément les résultats des KJ, notre étude va dans le sens de celle de Rousseau et al qui n'avaient alors étudié que les rééducations de KJ. En comparant nos résultats aux leurs nous pouvons observer qu'ils sont proches, par exemple à 6 mois post ligamentoplastie Rousseau et al retrouvaient un déficit moyen du quadriceps en concentrique à vitesse lente de 34% pour ceux rééduqués en centre et 35% en libéral, dans notre étude nous retrouvons respectivement 41,3% et 40,3 % de déficit. (108)

### **2.3.3) Analyse du questionnaire**

Il y a eu peu de réponders à notre questionnaire, malgré un premier contact par entretien téléphonique pour expliquer notre projet d'analyse et obtenir leur adresse mail, ainsi que 2 relances par mail. Au total ils ont été sollicités 4 fois. Il y avait 2 questionnaires, un questionnaire IKDC subjectif et un autre concernant la reprise du sport, temps de rééducation l'apparition de nouvelles blessures, ainsi que le ressenti de leur genou pour le score de Lysholm. Ils étaient envoyés dans 2 mails différents, ce qui explique pourquoi certains n'ont répondu qu'à l'IKDC et d'autres qu'à Lysholm, ceci étant sûrement responsable du nombre de réponses différent.

Cependant les données manquantes sont comparables aux réponders, en effet il y a eu environ 20 % de femmes et 37 % de rééduqués en centre ce qui reste proche de la répartition de la population globale de l'étude, ce qui permet d'avoir une meilleure validité interne.

Parmi les réponders, il n'y a pas eu de nouvelle blessure du genou opéré quel que soit le type de rééducation. Rousseau n'avait pas mis en évidence de différence significative sur l'apparition de complication en fonction des 2 groupes. (108)

### **2.3.4) Analyse du score IKDC et du score de Lysholm et Tegner**

Il existe une différence significative pour le score de Lysholm en faveur de la rééducation en libéral. Ce qui n'est pas retrouvé chez Rousseau et al. Il faut tout de même exploiter cette donnée avec prudence du fait du faible effectif.

Il n'y a pas de différence significative pour IKDC subjectif concordant avec les résultats de Rousseau. Il était important de prendre en compte l'impact du ressenti du patient. En effet les facteurs intrinsèques influencent la reprise du sport. Bien qu'il n'y ait pas de différence statistique, l'analyse au cas par cas dans notre étude montre que parmi les 5 patients n'ayant pas repris leur sport à leur niveau antérieur 3 ont un score IKDC inférieur à 90. Condouret et al trouvent des corrélations entre le score IKDC et la valeur de déficit (45). A noter que les patients ayant répondu étaient tous à plus d'un an de leur opération. Il existe bien sur d'autres facteurs personnels (113).

### **3) CHOIX DES ECHELLES D'EVALUATION**

L'évaluation musculaire isocinétique est le gold standard de l'évaluation de la force musculaire, c'est une évaluation validée, fiable et reproductible si elle est réalisée avec rigueur (109) (133). Une méthodologie rigoureuse est indispensable pour obtenir des résultats comparables. Dans notre étude tous les tests sont réalisés par la même équipe formée de façon similaire et sur le même dynamomètre. Le protocole a été suivi rigoureusement. Il est reconnu que le test isocinétique est utilisé pour quantifier les déficits musculaires et ainsi orienter la prise en charge rééducative.

Les paramètres utilisés étaient, pour le quadriceps une vitesse lente et une vitesse rapide en concentrique et pour les ischiojambiers une vitesse lente et rapide en concentrique et une vitesse lente en excentrique, ce qui est validé dans la littérature. (109) (147)

En ce qui concerne les échelles d'évaluation fonctionnelle nous avons décidé de prendre le score IDKC -2000 et le score de Lysholm qui sont largement utilisés et ont une très bonne reproductibilité. (131) (132)

#### 4) CHOIX DE LA MODALITE DE PRISE EN CHARGE

Il n'existe pas de protocole de rééducation bien défini. La rééducation en centre spécialisé est parfois discutée notamment du fait des progrès de la chirurgie et des techniques de rééducation. Les techniques sous arthroscopie ont diminué les atteintes articulaires et assurent donc une meilleur accroche du transplant, un appui immédiat et une mobilisation plus précoces sont donc possibles (103). De plus la rééducation a beaucoup évolué, notamment avec le renforcement en chaîne cinétique fermée qui diminue les contraintes sur le genou (137). Cet ensemble de progrès a permis la rééducation en ambulatoire, qui est de plus en plus la tendance actuelle.

Il existe tout de même des variations de rééducation entre le type de chirurgie et les délais de reprise du sport. Il est parfois difficile de mesurer l'impact des rééducations et de savoir si le sportif ne reprend pas le sport à cause d'une contre indication pour la plastie ou par incapacité fonctionnelle. La reprise du sport est fluctuante en fonction du sport pratiqué, des facteurs intrinsèques du patient, des techniques opératoires et des protocoles post opératoire. L'objectif du patient est la reprise du sport à son niveau antérieur.

Il existe peu d'études en France sur les types de rééducation post ligamentoplastie du LCA. L'étude prospective de Rousseau et al en 2001 (108), avait pour objectif d'évaluer « la rééducation ambulatoire après reconstruction du ligament croisé antérieur selon la technique "os - tendon rotulien - os" ».

Dans d'autres pays la rééducation en ambulatoire est déjà ancrée depuis plusieurs années. (138) (139)

Le schéma rétrospectif de notre étude constitue à lui seul une limite et nous pousse à analyser les résultats avec prudence. Cependant, ils vont dans le sens du virage actuel de la rééducation vers le libéral. En effet, malgré une hétérogénéité des protocoles et des prises en charge possibles en ambulatoire (du fait des habitudes ou des techniques de rééducation), cette dernière n'est pas à mettre de côté. La limite actuelle de prise en charge ambulatoire restant essentiellement l'autonomie du patient. C'est ce qu'on retrouve dans les recommandations HAS de 2008 (1). Le choix de prise en charge rééducative doit prendre en compte l'environnement du patient. Nous voulions voir si la rééducation en centre de rééducation permettait une reprise du sport dans des conditions musculaires optimales, or nous n'avons pas mis en évidence de différence majeure.

Il est intéressant de prendre en compte l'évolution de la prise en charge en libéral avec notamment l'amélioration des équipements des cabinets et de l'augmentation du nombre de kinésithérapeutes, tout en restant vigilant sur leur disponibilité à la sortie de l'hospitalisation et aux déserts paramédicaux. Le recours à une rééducation en libéral permettrait de libérer les centres spécialisés de rééducation pour des prises en charge rééducatives de pathologie plus lourdes.

Il ne faut pas oublier que des critères économiques interviennent dans cette décision. La prise en charge libérale est plus avantageuse en terme de coût. (1)

## 5) LIMITES ET INTERETS DE L'ETUDE

Cette étude comporte un certain nombre de limites.

Tout d'abord, nous avons réalisé des tests statistiques non paramétriques, devant le faible effectif qui ne suivait pas la loi normale. De plus cette étude est une étude rétrospective avec pour conséquence un faible niveau de preuve. La faible disponibilité de la machine isocinétique est un frein à la réalisation d'un nombre de tests suffisants permettant une étude avec un nombre de sujets plus important.

En outre, nous avons décidé de mélanger les chirurgies, ce qui peut créer un biais d'évaluation.

Cependant il existe des points intéressants.

En effet, nos résultats vont dans le sens de Rousseau et al en 2001, voire avec une discrète tendance pour de meilleurs résultats en libéral, ce qui est rassurant sur la prise en charge libérale. (108)

De plus, un autre point important est à souligner, la prise en charge en libéral a un moindre coût comparé à la rééducation en centre, ce qui peut être un avantage pour la société.

Le fait d'orienter plus facilement les patients post ligamentoplastie en libéral peut avoir pour intérêt de laisser de la place disponible dans les centres de rééducation comme la Médecine Physique et Réadaptation pour des pathologies plus lourdes nécessitant une prise en charge rééducative intense. Ceci permet également de libérer les services de chirurgies plus rapidement, sans attendre une place en centre et ainsi respecter une durée d'hospitalisation courte, qui est un enjeu important dans les services d'amont. En effet la ligamentoplastie du genou fait partie des chirurgies pour lesquelles les suites opératoires sont pour la majorité simples, se limitant à une surveillance médicale et des soins infirmiers quotidiens qui peuvent être réalisés en ambulatoire.

Les résultats globalement moins bons obtenus après rééducation en centre nous poussent à la réflexion. Ils pourraient être dû au fait que les patients orientés vers ce type de prise en charge sont plus à risque de complications.

## 6) PERSPECTIVES

Une étude de plus grande ampleur, prospective, permettrait d'augmenter la puissance de l'étude. Pour cela une étude plus homogène en séparant les types de chirurgie serait nécessaire afin d'éviter les biais dus au déficit musculaire qui est dépendant du temps et de la chirurgie.

A la lumière de ce travail, il est licite de s'interroger sur le rôle et la place d'un centre de rééducation dans la prise en charge des patients après ligamentoplastie. Ne serait-il pas plus judicieux de proposer un stage intensif de rééducation en centre à distance de la chirurgie, au moment où il est possible d'en faire plus sans prendre de risque pour le greffon ? Une prise en charge avec les professeurs d'activité physique adaptée présents dans les centres aurait toute leur place à ce stade de la rééducation ; l'objectif étant d'optimiser la reprise sportive : « même sport, même niveau ».

Dr Laboute, médecin de Médecine Physique et Réadaptation au CERS de Capbreton, il y a quelques années, a eu cette intuition. Son étude (148) en 2008, montre l'intérêt d'une préparation adaptée au retour sur le terrain. Il montre que le taux de reprise sportive au niveau antérieur est meilleur chez les patients ayant bénéficié d'une rééducation en centre spécialisé à 90 jours postopératoire. En effet 52% des patients ayant bénéficié d'une rééducation à 90 jours en centre ont repris le sport à leur niveau antérieur contre seulement 19,4% pour les autres. Il existe également un bénéfice en terme de délai de reprise de la compétition, en moyenne 9 mois contre 10,8 mois pour ceux n'ayant pas eu de rééducation en centre à 90 jours. (148)

Ainsi, les centres de rééducation auraient toute leur place dans la prise en charge des patients post ligamentoplastie du genou plus à distance de leur chirurgie. D'autres études sont nécessaires pour confirmer cela.

# CONCLUSION

La rupture du ligament croisé antérieur est la blessure la plus fréquente de l'articulation du genou, d'où l'importance et la multitude des études. La rééducation et le suivi sont donc primordiaux pour une reprise sportive dans de bonnes conditions. La rééducation est difficile à évaluer car dépend de plusieurs facteurs. En effet des facteurs intrinsèques aux patients, environnementaux, psychologiques mais également des facteurs dus au type de chirurgie, aux praticiens, aux techniques de rééducation disponibles rentrent en compte dans la récupération de son état antérieur.

Selon HAS les critères de prise en charge en centre sont définis par : une douleur au repos supérieure à 5 (EVA) avec ou sans traitement, une complication thrombo-embolique à risque évolutif ou un problème d'autonomie à domicile. « La rééducation après une ligamentoplastie du croisé antérieur de genou s'adapte au contexte spécifique du patient et de ses antécédents ». (1)

Il faut être prudent sur la rééducation postopératoire et tenir compte des délais de cicatrisation du greffon afin de le préserver.

Notre étude avait pour objectif d'observer la récupération musculaire à court terme en fonction du type de rééducation post ligamentoplastie immédiate. Nous voulions voir si la rééducation en centre était plus bénéfique que celle en libéral. Nous n'avons globalement pas vu de différence significative entre les 2 groupes. Ce qui est plutôt rassurant sur la prise en charge libérale où une hétérogénéité de rééducation existe. Ainsi, tout en restant prudent devant les biais de notre étude, cette étude nous laisse penser que la tendance actuelle de la rééducation en libéral ne se fait pas au détriment de la bonne récupération musculaire de nos patients. La place des centres serait peut être plus pertinente au moment de la reprise sportive.

# ANNEXE

## ANNEXE 1 : Protocole établi lors des 23e Entretiens de Médecine Physique et de Réadaptation en 2005

### Période 1 : J + 21 jusqu'à l'ablation des points ou des agrafes

La rééducation doit être douce et prudente avec priorité à la cicatrisation, au verrouillage du genou, à la mobilité, tout en prévenant les troubles trophiques et en permettant la reprise de l'appui et de la marche.

Objectifs : Trois semaines sont nécessaires à l'obtention de la cicatrisation primaire ; le genou doit être le plus sec et le moins douloureux possible. Il faut obtenir un verrouillage actif en extension et une flexion de 60°. La prévention des maladies thrombo-emboliques est indispensable.

#### Moyens :

- Membre inférieur en extension protégé par une attelle simple ou à amplitude variable avec butée de blocage (protocoles particuliers) ;
- Déambulation possible avec appui-contact sous couvert de deux cannes canadiennes ;
- Travail musculaire quatre faces en extension en position couchée ;
- Mobilisation douce manuelle et sur arthromoteur (0/70°) ;
- Massage et réveil musculaire ;
- Glaçage et physiothérapie ;
- Électrostimulation pour prévenir l'amyotrophie ;
- Proprioception en chaîne ouverte ;
- Ablation des points chirurgicaux ou des agrafes au plus tard à la 3e semaine ;
- Suivi du traitement par héparine de bas-poids moléculaire et thérapeutique antalgique.

Incidents possibles : Hydarthrose, hématome ; Problèmes veineux ; Retard de cicatrisation Genou hyperalgique.

Contre-indications : Travail actif en chaîne ouverte contre résistance du quadriceps et des ischio-jambiers ; Recurvatum interdit.

### Période 2 : J + 45 jusqu'à l'abandon des cannes et attelle : mobilité et réveil musculaire

Objectifs : De la 3e à la 6e semaine, c'est la phase de reprise d'appui progressif et de récupération des amplitudes articulaires. L'attelle devra être progressivement libérée et enlevée, et les cannes abandonnées de telle façon qu'à 45 jours postopératoires, le genou ne soit plus protégé, qu'il soit sec, indolore, non inflammatoire et que les amplitudes articulaires approchent les 120° en flexion et 0° en extension. En fin de 2e mois, la mobilité doit être totale et indolore, et il doit y avoir un bon contrôle musculaire réflexe dans les actes de la vie quotidienne. Si la mobilité ne progresse pas régulièrement, l'avis du chirurgien doit être demandé.

#### Moyens :

- Massages et soins péri-cicatriciels ;
- Pressothérapie en fonction des besoins
- Récupération de la mobilité par techniques manuelles et instrumentales ;
- Verrouillage poplité isométrique ;
- Rééducation de la marche ;
- Activités musculaires modérées et progressives en cocontraction ;
- Renforcement musculaire par électrostimulation ;
- Activités d'équilibre et de proprioception statique bipodal puis unipodal ;
- Balnéothérapie en eau profonde ; bains écossais si troubles trophiques ;

-En fin de période, vélo sans résistance si amplitudes satisfaisantes, marche sur tapis roulant

Incidents possibles : Genou chaud et hydarthrose (ponction ?) ; Douleurs (antalgique niveau 2 ou 3 et surveillance biologique) ; Raideur (si arrêt de la progression : demander avis chirurgical pour mobilisation) ; Déficit musculaire (s'explique par l'ancienneté de la pathologie ou chondropathie ?).

Contre-indication : Pas de travail du quadriceps contre résistance en chaîne ouverte.

### **Période 3 : jusqu'au 4e mois : consolidation**

Objectifs : Récupération de la confiance du patient en son genou. Le travail musculaire du quadriceps et des ischio-jambiers en cocontraction peut être accentué et raisonnablement intensifié en tenant compte des phénomènes de « ligamentisation ». Les activités proprioceptives deviennent prioritaires, ainsi que la rééducation gestuelle et les activités d'endurance (marche, vélo, steps, natation en crawl et dos crawlé). En fin de période, la proprioception devient dynamique en bi puis unipodal, avec matériel facilitant.

Moyens :

- Travail en cocontraction dans différentes angulations du genou. Type presse ;
- Travail des ischio-jambiers en développant la puissance et la vitesse de contraction ;
- Travail du quadriceps en chaîne cinétique fermée et en isométrie en extension ;
- Développement du contrôle neuromusculaire et de la proprioception (plateau instable, balancelle, trampoline, etc.) ;
- Réentraînement cardio-vasculaire à l'effort (vélo, steps, etc.) ;
- Début de footing en terrain plat et souple en fin de période.

Incidents possibles : Sensibilité rotulienne ; Genou inflammatoire ; Tendinite de l'appareil extenseur (+ + si Kenneth-Jones).

Contre indication : Activités dynamiques en puissance maximale.

### **Période 4 : réathlétisation jusqu'au 6e mois L'ancrage est acquis, la résistance du transplant devient de plus en plus performante.**

Objectifs : À partir du 4e et du 5e mois, le tendon retrouve sa résistance. Des activités plus importantes peuvent être entreprises à la fois en puissance et en endurance. Le footing est rajouté au programme de reprise d'activités, dont la base reste natation, vélo, rééducation musculaire et travail en endurance, puissance et activités proprioceptives dynamiques.

Moyens :

- Athlétisation des différents groupes musculaires ;
- Quadristand, presse, banc de musculation, etc. ;
- Travail isocinétique + + + ;
- Travail dynamique avec sauts et changements de direction en souplesse ;
- Poursuite du footing avec accélérations, natation type crawl avec palmes, vélo, etc.,
- Activités de réinsertion physique progressive.

Incidents possibles : Sensibilité rotulienne ; Genou inflammatoire ; Tendinite de l'appareil extenseur (+ si Kenneth-Jones).

Contre indication : Activités physiques et sportives avec pivot et contact.

**Reprise du sport** : Possibilité de reprendre l'entraînement sportif après le 6e mois selon le sport pratiqué

## **ANNEXE 2: PROTOCOLE DE REEDUCATION DE LA CLINIQUE DU SPORT DE MERIGNAC**

Des contrôles évolutifs avec évaluation post opératoire sont programmés et l'équipe chirurgicale se tient à la disposition du médecin traitant et du rééducateur pour toute précision ou en cas d'incident.

Pour l'appui et l'orthèse : Consignes spécifiques sur le compte-rendu opératoire.

### **PHASE 1 : J0 à J45**

- Lever la sidération quadriceps.
- Récupération de l'extension active **sans dépasser 0°**.
- Travail du quadriceps en élévation du membre inférieur.
- Travail des ischio-jambiers et du quadriceps en cocontraction isométrique.
- Travail de la flexion en décharge et en actif simple **sans dépasser 120°** : modalités précisées sur le compte rendu opératoire.
- Mobilisation de la rotule.
- Travail du triceps et du tenseur du fascia lata.
- Étirements progressifs des ischio-jambiers.

**Objectifs** : Un genou le plus sec possible, un verrouillage actif de l'extension, la marche sans canne.

**Incidents possibles** : Hydarthrose du genou, problèmes veineux, problèmes cicatriciels.

### **PHASE 2 : J45 à J90**

- Massages cicatriciels et péri rotuliens.
- Récupérer les amplitudes articulaires en décharge.
- Fin de récupération de l'extension (verrouillage à 0°) et étirements des chaînes musculaires.
- Travail en chaîne fermée (travail à la presse ou manuel).
- Travail isométrique du quadriceps type TSI, charges placées sur la TTA.
- Travail progressif des ischio-jambiers en l'absence de douleurs puis intensifier la charge en chaînes ouvertes, en concentrique puis excentrique.
- Travail statique des rotateurs en position neutre.
- Travail de perfectionnement du schéma de marche.
- Reprise de la natation type crawl / dos crawlé et vélo.

**Objectifs** : Un genou sec et froid, les amplitudes articulaires suivantes : 0 à 130°, un bon contrôle musculaire pour une vie quotidienne normale.

**Incidents possibles** : Genou chaud et hydarthrose, douleurs importantes, difficulté à la récupération des amplitudes articulaires. **Dans ces trois cas, contacter le chirurgien**

### **PHASE 3 : J90 à J180**

- Travail proprioceptif en charge sur plan stable de difficultés croissantes adaptées à la douleur et à l'épanchement réactionnel.
- Phase de réathlétisation : développer toutes les formes de travail musculaire isométrique, excentrique, chaîne fermée en charge.
- Rééducation isocinétique.
- Intensification de la proprioception par des exercices de plus en plus dynamiques et dans différents plans de l'espace.
- Début des gestes techniques élémentaires du sport préférentiel sous contrôle strict du rééducateur.
- Reconditionnement global : natation / vélo / musculation.
- Footing dans l'axe dès que le bilan musculaire le permet.

**Objectifs** : Une mobilité normale comparable au côté sain, une totale confiance en son genou, préparer le test isocinétique pour les sportifs compétiteurs.

### **PHASE IV : de 6 à 8 mois**

- Perfectionnement musculaire.
- Reprise de l'entraînement spécifique sans contact.

**Objectif** : Reprise sportive progressive en fonction du bilan clinique, radiologique et éventuellement isocinétique.

**Prudence pour les sports en pivot et contact.**

**Reprise de la compétition avec contact : 8 mois.**

# ANNEXE 3 : PROTOCOLE DE REEDUCATION DU DR BARTHELEMY (CLINIQUE SAINT GATIEN A TOURS) TYPE DIDT

## 1ere PHASE : J1 → J 20

### 1° BUTS:

Diminution des phénomènes inflammatoires  
Récupération / entretien des mobilités articulaires

### 2° MOYENS:

- Glaçage +++ 4 à 6 heures / jour
- Massages: libération des culs de sac, drainage oedème.
- Mobilisation transversale de la rotule
- Musculation du triceps ++
- Récupération douce de la flexion (120° à J 20 ou 90° à J 20 si suture méniscale)
- Flexion active douce par contraction des I J, l'extension étant passive aidée par la jambe controlatérale.
- Etirement des I-J
- Travail du Q en chaine cinétique fermée: fente avant.
- Marche en plein appui à J 1 avec cannes anglaises pendant 4 à 10 jours (ou marche sans appui pendant 3 semaines si suture méniscale)
- Douches possibles sans frotter.

3° FIN DE PHASE : Consultation chirurgicale + bilan kiné

## 2 éme PHASE : J20→ J60 : Poursuite massage (+ cicatrice ) et glaçage.

### 1° TRAVAIL MUSCULAIRE DU QUADRICEPS

Important : interdiction de toute pouliothérapie ou de tout travail manuel du Q en chaine ouverte → travail exclusif en chaine fermée (pied en appui) Travail en rotation interne du pied (rotule)



Presse (entre -10° et 100°)



Rameur



Chaise au mur



Fente avant



Step

2° TRAVAIL DES I J : Travail en bord de table contre résistance manuelle

3° SI FLEXUM RESIDUEL : en fonction du bilan ostéoarticulaire lors de la visite de contrôle : posture d'extension par tranche de 10 minutes.

4° PROPRIOCEPTION

5° REPRISES ACTIVITES SPORTIVES : - Natation type crawl à 3 semaines - Bicyclette à 5 semaines - course à pied (+/- semelles à absorption de chocs ) et saut à la corde à 6 semaines

6° CONDUITE AUTO 3 semaines si DIDT gauche ; 4 semaines si DIDT droit

7° FIN DE PHASE : Consultation chirurgicale + bilan kiné

## ANNEXE 4 : PROTOCOLE DE REEDUCATION DU CHU DE POITIERS (KJ)

### *OBJECTIFS :*

- récupération des activités courantes à 3 mois ;
- reprise du sport à 6 mois

### *PROTOCOLE SOUHAITE :*

#### De J1 à J15 :

**Appui partiel puis total** sous couvert d'une attelle amovible et de cannes anglaises.

Mobilisation passive du genou ( **flexion 90°-extension 0°** ) et de la patella.

Autopostures **douces** et répétées en extension.

Le réveil musculaire par des exercices de type écrasement de coussin commence dès le lendemain de l'intervention

Contraction des I-J contre résistance manuelle progressive **sans composante rotatoire.**

**Co-contraction quadriceps,ischio-jambiers.**

Le renforcement musculaire : il faut **proscrire tout exercice d'élévation jambe tendue et tout travail en chaîne ouverte du quadriceps (les 3 premiers mois).**

#### De J16 à J45 :

Balnéothérapie si possible.

**Abandon des cannes et de l'attelle** en fonction des possibilités de verrouillage.

Autopostures d'extension.

Flexion contre résistance de 10° à 100°,**sans composante rotatoire.**

Tonification du quadriceps en isométrique contre résistance à partir de 60° de flexion (**résistance sur la TTA**).

Vélo d'intérieur.

Travail de l'**extension en chaîne fermée.**

#### Après J45 :

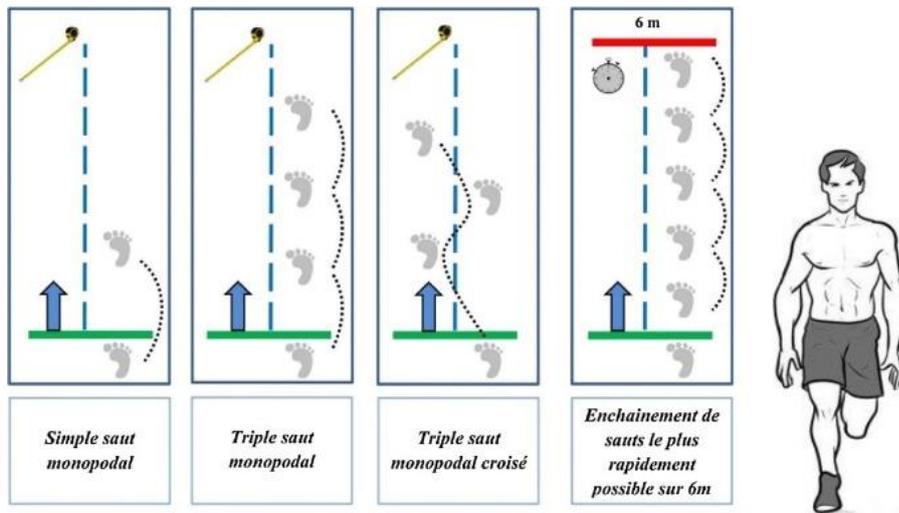
Récupération d'une **flexion à 130°** et d'une **extension complète.**

Reprogrammation neuro-musculaire.

Réentraînement à l'effort.

Sollicitation des **composantes rotatoires** des I-J en chaîne fermée

## ANNEXE 5 : LE SAUT MONPODAL



## ANNEXE 6 : LE Y BALANCE TEST



# ANNEXE 7 : Grille ACL RSI

**Echelle ACL-RSI**  
 - Version française -

Patient : ..... Date de naissance \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Côté concerné:           Gauche            Droit

Date de l'évaluation \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_           Date opératoire \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Instructions:**

Merci de répondre aux questions suivantes concernant le sport principal que vous pratiquiez avant l'accident. Pour chaque question, cochez la case entre les deux extrêmes selon ce qui vous paraît correspondre le mieux à la situation actuelle de votre genou.

**1. Pensez-vous pouvoir pratiquer votre sport au même niveau qu'auparavant?**

Pas du tout sûr   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Toutement sûr

**2. Pensez-vous que vous pourriez vous blesser de nouveau le genou si vous reprenez le sport?**

Très facilement probable   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Pas du tout probable

**3. Êtes-vous inquiet à l'idée de reprendre votre sport?**

Très inquiétant   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Pas du tout inquiet

**4. Pensez-vous que votre genou sera stable lors de votre pratique sportive ?**

Pas du tout sûr   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Toutement sûr

**5. Pensez-vous pouvoir pratiquer votre sport sans vous soucier de votre genou ?**

Pas du tout sûr   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Toutement sûr

Y. Bégin, S. Klousch, N. Lebrun, K. Wolcott, S. Stewart. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the French version of the American Craniocervical Ligament-Return to Sport after Injury (ACL-RSI) scale. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014; DOI 10.1007/s00167-014-3042-4

**6. Êtes-vous frustré de devoir tenir compte de votre genou lors de votre pratique sportive ?**

Extrêmement frustré   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Pas du tout frustré

**7. Craignez-vous de vous blesser de nouveau le genou lors de votre pratique sportive ?**

Crainte extrême   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Aucune crainte

**8. Pensez-vous que votre genou peut résister aux contraintes ?**

Pas du tout sûr   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Toutement sûr

**9. Avez-vous peur de vous reblesser accidentellement le genou lors de votre pratique sportive ?**

Très peur   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Pas du tout peur

**10. Est-ce que l'idée de devoir éventuellement vous faire réopérer ou réduire votre pratique de votre sport ?**

Tout le temps   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Aucun moment

**11. Êtes-vous confiant en votre capacité à bien pratiquer votre sport ?**

Pas du tout confiant   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Toutement confiant

**12. Vous sentez-vous détendu à l'idée de pratiquer votre sport ?**

Pas du tout détendu   0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   Toutement détendu

Score ACL-RSI (Total x 100) / 120 = \_\_\_\_ %

Y. Bégin, S. Klousch, N. Lebrun, K. Wolcott, S. Stewart. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the French version of the American Craniocervical Ligament-Return to Sport after Injury (ACL-RSI) scale. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014; DOI 10.1007/s00167-014-3042-4

# ANNEXE 8 : IKDC (International Knee Documentation Committee)

## EVALUATION SUBJECTIVE DU GENOU

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Date de ce jour \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ jour mois année

Date de l'accident ou blessure \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ jour mois année

### SYMPTOMES

1. Quel est le niveau d'activité le plus important que vous pouvez accomplir sans souffrir du genou ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging
- Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de la douleur

2. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis votre accident ou blessure, combien de fois avez-vous souffert du genou ? Cochez la case correspondante (de 0 à 10) :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Jamais             Constamment

3. Indiquez l'intensité de la douleur en cochant la case correspondante (de 0 à 10) :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Aucune            La pire douleur imaginable douleur

4. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis l'accident ou blessure, votre genou était-il raide ou gonflé ?

- Pas du tout
- Un peu
- Moyennement
- Beaucoup
- Enormément

5. Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez accomplir sans que votre genou enfle ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging
- Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou qui est gonflé

6. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis l'accident ou blessure, votre genou s'est-il bloqué ?

- Oui
- Non

7. Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez accomplir sans que votre genou ne se dérobe ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging
- Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou qui se dérobe

### ACTIVITES SPORTIVES

8. Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez pratiquer régulièrement ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging
- Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou

9. Rencontrez-vous des difficultés pour les activités suivantes ? Cochez la case correspondante.

Pas difficile    Légèrement difficile    Difficile    Très difficile    Impossible

- a- Monter les escaliers
- b- Descendre les escaliers
- c- S'agenouiller
- d- S'accroupir
- e- S'asseoir
- f- Se lever d'une chaise
- g- Courir en ligne droite
- h- Sauter avec réception sur la jambe faible
- i- S'arrêter et repartir brusquement (marche, course à pied)

### FONCTIONNEMENT

Noter le fonctionnement du genou sur une échelle de 0 à 10 (10 correspondant au fonctionnement optimal, et 0 étant l'incapacité à accomplir les activités de la vie quotidienne) :

Fonctionnement avant l'accident ou blessure du genou :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Performance optimale nulle	<input type="radio"/>	Performance										

Fonctionnement actuel du genou :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Performance optimale nulle	<input type="radio"/>	Performance										

## ANNEXE 9 : SCORE DE LYSHOLM ET TEGNER

Évaluation selon cotation Lysholm (Tegner)

<u>Instabilité</u> Jamais de dérobement 25 En exercice, rarement 20 En exercice, fréquemment 15 Occasionnel, vie courante 10 Souvent, vie courante 5 À chaque pas 0	<u>Douleur</u> Jamais 25 En exercice, modérée 20 En exercice, importante 15 Marche > 2 km importante 10 Marche < 2 km, importante 5 Constante 0	<u>Blocage</u> Jamais 15 Accrochage sans blocage 10 Blocage occasionnel 6 Blocage fréquent 2 Blocage aigu à l'examen 5	<u>Gonflement</u> Jamais 10 Lors d'exercices intenses 6 Lors d'une activité courante 2 Constant 0
<u>Escaliers</u> Pas de gêne 10 Léger handicap 6 Une marche à la fois 2 Impossible 0	<u>Accroupissement</u> Pas de gêne 5 Léger handicap 4 Pas plus de 90° 2 Impossible 0	<u>Boiterie</u> Aucune 5 Modérée ou occasionnelle 3 Sévère et constante 0	<u>Canne</u> Jamais 5 En permanence 2 Station debout impossible 0

Lysholm Total :

0 à 64 points Mauvais

65 à 83 points Moyen

84 à 100 points Bon / Excellent

Tegner : Lysholm + Tegner :

Niveau d'activité cotation Lysholm – Tegner

10 – Sport de compétition – niveau nation ou international : football

9 – Sport de compétition – niveau inférieur : football, hockey sur glace, gymnastique

8 – Sport de compétition : squash, badminton, athlétisme (saut), ski alpin

7 – Sport de compétition: tennis, athlétisme (course à pied), moto-cross, speedway, hand-ball, basket-ball. Sport de loisir: football, hockey sur glace, squash, athlétisme (saut), cross-country.

6 – Sport de loisir : tennis, badminton, hand-ball, basket-ball, ski alpin, jogging à raison de 5 entraînements par semaine

5 – Sport de compétition : cyclisme. Sport de loisir : jogging à raison de deux entraînements par semaine sur sol irrégulier. Travail lourd : bâtiment...

4 – Sport de loisir : cyclisme, jogging à raison de deux entraînements par semaine sur terrain plat. Travail d'activité moyenne : chauffeur routier, travail domestique éprouvant

3 – Sport de compétition ou loisir : natation, travail léger, marche en forêt possible

2 – Travail léger, marche en forêt impossible

1 – Travail sédentaire, marche terrain plat possible

0 – Handicap professionnel

## ANNEXE 10 : Questionnaire envoyé aux patients + score IKDC-2000

- 1) Quel sport pratiqué vous ?
- 2) A quel niveau ?
- 3) Date de reprise de l'activité sportive ?
- 4) Si pas de reprise : cause ?
- 5) Si reprise : niveau antérieur ? oui ou non
- 6) Qu'elle est la durée de votre kinésithérapie post opératoire ?
- 7) Avez-vous eu une nouvelle blessure ?
- 8) Score de Lysholm Tegner :

INSTABILITE : jamais de dérobement  
En exercice , rarement  
En exercice fréquemment  
Occasionnel, vie courante

DOULEUR : jamais  
En exercice ,modérée  
En exercice ,importante  
Marche > 2km , importante

BLOCAGE : jamais  
Accrochage sans blocage  
Blocage occasionnel  
Blocage fréquent

GONFLEMENT : jamais  
Lors exercice intense  
Lors d'une activité courante  
Constant

ESCALIERS : pas de gêne  
Léger handicap  
Une marche à la fois  
Impossible

ACCROUISSMENT : pas de gêne  
Léger handicap  
Pas plus de 90°  
Impossible

BOITERIE : aucune  
Modérée ou occasionnelle  
Sévère et constante

CANNE : jamais  
En permanence  
Station debout impossible

## **BIBLIOGRAPHIE :**

1. Haute Autorité de Santé. Recommandations - Critères de suivi en rééducation et d'orientation en ambulatoire ou en SSR après ligamentoplastie du croisé antérieur du genou. HAS ; 2008.
2. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, et al. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *The American Journal of Sports Medicine*. juin 2016;44(6):1502-7.
3. Haute Autorité de Santé. Prise en charge des lésions méniscales et des lésions isolées du ligament croisé antérieur du genou chez l'adulte. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2008.
4. Miyasaka KC, Daniel DM, Stone ML, Hirshman P. The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Knee Surg* 1991;4(1):3-8.
5. Gwinn DE, Wilckens JH, McDevitt ER, Ross G, Kao TC. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am J Sports Med*. févr 2000;28(1):98-102.
6. Owens BD, Mountcastle SB, Dunn WR, DeBerardino TM, Taylor DC. Incidence of anterior cruciate ligament injury among active duty U.S. military servicemen and servicewomen. *Mil Med*. janv 2007;172(1):90-1.
7. Mihata LCS, Beutler AI, Boden BP. Comparing the incidence of anterior cruciate ligament injury in collegiate lacrosse, soccer, and basketball players: implications for anterior cruciate ligament mechanism and prevention. *Am J Sports Med*. juin 2006;34(6):899-904.
8. Messina DF, Farney WC, DeLee JC. The incidence of injury in Texas high school basketball. A prospective study among male and female athletes. *Am J Sports Med*. juin 1999;27(3):294-9.
9. 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*. déc 1995;23(6):694-701.
10. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med*. avr 2005;33(4):524-30.

11. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy*. déc 2007;23(12):1320-1325.e6.
12. Bjordal JM, Arnly F, Hannestad B, Strand T. Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Am J Sports Med*. juin 1997;25(3):341-5.
13. Roos H, Ornell M, Gärdsell P, Lohmander LS, Lindstrand A. Soccer after anterior cruciate ligament injury--an incompatible combination? A national survey of incidence and risk factors and a 7-year follow-up of 310 players. *Acta Orthop Scand*. avr 1995;66(2):107-12.
14. Beynnon BD, Fleming BC. Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. *J Biomech*. juin 1998;31(6):519-25.
15. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg*. janv 2013;21(1):41-50.
16. Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD, Ford KR. A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *Br J Sports Med*. juin 2005;39(6):347-50.
17. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*. avr 2005;33(4):492-501.
18. Liu SH, al-Shaikh R, Panossian V, Yang RS, Nelson SD, Soleiman N, et al. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res*. juill 1996;14(4):526-33.
19. Beynnon BD, Johnson RJ, Braun S, Sargent M, Bernstein IM, Skelly JM, et al. The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: a case-control study of recreational alpine skiers. *Am J Sports Med*. mai 2006;34(5):757-64.
20. Laboute E, Savalli L, Puig P, Trouve P, Sabot G, Monnier G, et al. Analysis of return to competition and repeat rupture for 298 anterior cruciate ligament reconstructions with patellar or hamstring tendon autograft in sportspeople. *Ann Phys Rehabil Med*. déc 2010;53(10):598-614.
21. Rayan F, Bhonsle S, Shukla DD. Clinical, MRI, and arthroscopic correlation in meniscal and anterior cruciate ligament injuries. *Int Orthop*. févr 2009;33(1):129-32.

22. Spahn G, Wittig R, Kahl E, Klinger HM, Mückley T, Hofmann GO. [Evaluation of cartilage defects in the knee: validity of clinical, magnetic-resonance-imaging and radiological findings compared with arthroscopy]. *Unfallchirurg.* mai 2007;110(5):414-24.
23. Huang W, Zhang Y, Yao Z, Ma L. Clinical examination of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review and meta-analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2016;50(1):22-31.
24. Kwok CS, Harrison T, Servant C. The optimal timing for anterior cruciate ligament reconstruction with respect to the risk of postoperative stiffness. *Arthroscopy.* mars 2013;29(3):556-65.
25. Salmon LJ, Russell VJ, Refshauge K, Kader D, Connolly C, Linklater J, et al. Long-term outcome of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft: minimum 13-year review. *Am J Sports Med.* mai 2006;34(5):721-32.
26. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Luetzow WF, Csintalan RP, Phelan D, et al. Prospective trial of a treatment algorithm for the management of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Am J Sports Med.* mars 2005;33(3):335-46.
27. Smith TO, Postle K, Penny F, McNamara I, Mann CJV. Is reconstruction the best management strategy for anterior cruciate ligament rupture? A systematic review and meta-analysis comparing anterior cruciate ligament reconstruction versus non-operative treatment. *Knee.* mars 2014;21(2):462-70.
28. Failla MJ, Arundale AJH, Logerstedt DS, Snyder-Mackler L. Controversies in knee rehabilitation: anterior cruciate ligament injury. *Clin Sports Med.* avr 2015;34(2):301-12.
29. Cameron SE, Wilson W, St Pierre P. A prospective, randomized comparison of open vs arthroscopically assisted ACL reconstruction. *Orthopedics.* mars 1995;18(3):249-52.
30. Schindler OS. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* janv 2012;20(1):5-47.
31. Acquitter Y, Hulet C, Locker B, Delbarre J-C, Jambou S, Vielpeau C. [Patellar tendon-bone autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament for advanced-stage chronic anterior laxity: is an extra-articular plasty necessary? A prospective randomized study of 100 patients with five year follow-up]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* sept 2003;89(5):413-22.

32. Lerat JL, Moyen BL, Cladière F, Besse JL, Abidi H. Knee instability after injury to the anterior cruciate ligament. Quantification of the Lachman test. *J Bone Joint Surg Br.* janv 2000;82(1):42-7.
33. Mundi R, Bhandari M. Cochrane in CORR (®): Double-bundle Versus Single-bundle Reconstruction for Anterior Cruciate Ligament Rupture in Adults (Review). *Clin Orthop Relat Res.* mai 2016;474(5):1099-101.
34. Tiamklang T, Sumanont S, Foocharoen T, Laopaiboon M. Double-bundle versus single-bundle reconstruction for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 14 nov 2012;11:CD008413.
35. Mascarenhas R, Cvetanovich GL, Sayegh ET, Verma NN, Cole BJ, Bush-Joseph C, et al. Does Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Improve Postoperative Knee Stability Compared With Single-Bundle Techniques? A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* juin 2015;31(6):1185-96.
36. van Eck CF, Kopf S, Irrgang JJ, Blankevoort L, Bhandari M, Fu FH, et al. Single-Bundle Versus Double-Bundle Reconstruction for Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Meta-Analysis—Does Anatomy Matter? *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* mars 2012;28(3):405-24.
37. Duchman KR, Lynch TS, Spindler KP. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Clinics in Sports Medicine.* janv 2017;36(1):25-33.
38. Li Y-L, Ning G-Z, Wu Q, Wu Q-L, Li Y, Hao Y, et al. Single-bundle or double-bundle for anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *The Knee.* janv 2014;21(1):28-37.
39. Ahldén M, Samuelsson K, Sernert N, Forssblad M, Karlsson J, Kartus J. The Swedish National Anterior Cruciate Ligament Register: A Report on Baseline Variables and Outcomes of Surgery for Almost 18,000 Patients. *The American Journal of Sports Medicine.* oct 2012;40(10):2230-5.
40. Erickson BJ, Harris JD, Fillingham YA, Frank RM, Bush-Joseph CA, Bach BR, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Practice Patterns by NFL and NCAA Football Team Physicians. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* juin 2014;30(6):731-8.
41. Samuelsson K, Andersson D, Ahldén M, Fu FH, Musahl V, Karlsson J. Trends in Surgeon Preferences on Anterior Cruciate Ligament Reconstructive Techniques. *Clinics in Sports Medicine.* janv 2013;32(1):111-26.

42. Armour T, Forwell L, Litchfield R, Kirkley A, Amendola N, Fowler PJ. Isokinetic evaluation of internal/external tibial rotation strength after the use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* nov 2004;32(7):1639-43.
43. Dauty M, Tortellier L, Rochcongar P. Isokinetic and anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings or patella tendon graft: analysis of literature. *Int J Sports Med.* sept 2005;26(7):599-606.
44. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K. Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med.* déc 1995;23(6):706-14.
45. Condouret J, Cohn J, Ferret J-M, Lemonsu A, Vasconcelos W, Dejour D, et al. Isokinetic assessment with two years follow-up of anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon or hamstring tendons. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* déc 2008;94(8 Suppl):375-82.
46. Lepley LK. Deficits in Quadriceps Strength and Patient-Oriented Outcomes at Return to Activity After ACL Reconstruction: A Review of the Current Literature. *Sports Health.* mai 2015;7(3):231-8.
47. Bizzini M, Gorelick M, Munzinger U, Drobny T. Joint laxity and isokinetic thigh muscle strength characteristics after anterior cruciate ligament reconstruction: bone patellar tendon bone versus quadrupled hamstring autografts. *Clin J Sport Med.* janv 2006;16(1):4-9.
48. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H. Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med.* déc 2001;29(6):722-8.
49. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Kannus P, Kaplan M, Samani J, et al. Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* sept 2002;84-A(9):1503-13.
50. Malliopoulos X, Courtot H, Caudin J, Facquez T, Bouilland S, Baert D, et al. Test isocinétique précoce après ligamentoplastie antérieure de genou: résultats et conclusions. *Journal de Traumatologie du Sport.* déc 2013;30(4):216-9.
51. Heijne A, Werner S. A 2-year follow-up of rehabilitation after ACL reconstruction using patellar tendon or hamstring tendon grafts: a prospective randomised outcome study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* juin 2010;18(6):805-13.

52. Yunes M, Richmond JC, Engels EA, Pinczewski LA. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy*. mars 2001;17(3):248-57.
53. Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz P, Nizard R. ACL reconstruction: a meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop Relat Res*. mai 2007;458:180-7.
54. Mohtadi NG, Chan DS, Dainty KN, Whelan DB. Patellar tendon versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 7 sept 2011;(9):CD005960.
55. Webster KE, Feller JA, Hartnett N, Leigh WB, Richmond AK. Comparison of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 15-Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. janv 2016;44(1):83-90.
56. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Keays AC, Newcombe PA, Bullock MI. A 6-year follow-up of the effect of graft site on strength, stability, range of motion, function, and joint degeneration after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus semitendinosus and Gracilis tendon graft. *Am J Sports Med*. mai 2007;35(5):729-39.
57. Poehling-Monaghan KL, Salem H, Ross KE, Secrist E, Ciccotti MC, Tjoumakaris F, et al. Long-Term Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Patellar Tendon Versus Hamstring Autografts. *Orthop J Sports Med*. juin 2017;5(6):2325967117709735.
58. Ahldén M, Kartus J, Ejerhed L, Karlsson J, Sernert N. Knee laxity measurements after anterior cruciate ligament reconstruction, using either bone-patellar-tendon-bone or hamstring tendon autografts, with special emphasis on comparison over time. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. sept 2009;17(9):1117-24.
59. 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*. mars 2013;21(3):576-83
60. Fabri S, Marc T, Dolin R, Lacaze F, Gaudin T. ; La rééducation préopératoire dans la reconstruction du ligament croisé antérieur du genou. *KinesithérSci* 2004;(445):43-7.
61. Heijne A, Ång BO, Werner S. Predictive factors for 12-month outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. déc 2009;19(6):842-9

62. Lepley LK, Palmieri-Smith RM. Pre-operative quadriceps activation is related to post-operative activation, not strength, in patients post-ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* janv 2016;24(1):236-46.
63. de Valk EJ, Moen MH, Winters M, Bakker EWP, Tamminga R, van der Hoeven H. Preoperative patient and injury factors of successful rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction with single-bundle techniques. *Arthroscopy.* nov 2013;29(11):1879-95.
64. Shaarani SR, O'Hare C, Quinn A, Moyna N, Moran R, O'Byrne JM. Effect of prehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* sept 2013;41(9):2117-27.
65. Eitzen I, Holm I, Risberg MA. Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* mai 2009;43(5):371-6.
66. Grindem H, Granan LP, Risberg MA, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Eitzen I. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Br J Sports Med.* mars 2015;49(6):385-9.
67. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine.* déc 2016;50(24):1506-15.
68. Martimbianco ALC, Gomes da Silva BN, de Carvalho APV, Silva V, Torloni MR, Peccin MS. Effectiveness and safety of cryotherapy after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A systematic review of the literature. *Phys Ther Sport.* nov 2014;15(4):261-8.
69. Edwards DJ, Rimmer M, Keene GC. The use of cold therapy in the postoperative management of patients undergoing arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* avr 1996;24(2):193-5.
70. Richmond JC, Gladstone J, MacGillivray J. Continuous passive motion after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of short- versus long-term use. *Arthroscopy.* 1991;7(1):39-44.
71. Woog L, Vandeput C. Intérêt de l'utilisation précoce de la mobilisation passive continue après une prothèse totale de genou. *Kinésithérapie, la Revue.* mai 2008;8(77):38-43.

72. Imoto AM, Peccin S, Almeida GJM, Saconato H, Atallah ÁN. Effectiveness of electrical stimulation on rehabilitation after ligament and meniscal injuries: a systematic review. *Sao Paulo Med J.* déc 2011;129(6):414-23.
73. Kim K-M, Croy T, Hertel J, Saliba S. Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* juill 2010;40(7):383-91.
74. Wasielewski NJ, Parker TM, Kotsko KM. Evaluation of electromyographic biofeedback for the quadriceps femoris: a systematic review. *J Athl Train.* oct 2011;46(5):543-54.
75. Christanell F, Hoser C, Huber R, Fink C, Luomajoki H. The influence of electromyographic biofeedback therapy on knee extension following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 6 nov 2012;4(1):41.
76. Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *J Bone Joint Surg Am.* août 1995;77(8):1166-73.
77. Rebai H, Barra V, Laborde A, Bonny J-M, Poumarat G, Coudert J. Effects of two electrical stimulation frequencies in thigh muscle after knee surgery. *Int J Sports Med.* nov 2002;23(8):604-9.
78. Andersson D, Samuelsson K, Karlsson J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to surgical technique and rehabilitation: an assessment of randomized controlled trials. *Arthroscopy.* juin 2009;25(6):653-85.
79. Uçar M, Koca I, Eroglu M, Eroglu S, Sarp U, Arik HO, et al. Evaluation of open and closed kinetic chain exercises in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci.* déc 2014;26(12):1875-8.
80. Wright RW, Preston E, Fleming BC, Amendola A, Andrich JT, Bergfeld JA, et al. A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics. *J Knee Surg.* juill 2008;21(3):225-34.

81. Glass R, Waddell J, Hoogenboom B. The Effects of Open versus Closed Kinetic Chain Exercises on Patients with ACL Deficient or Reconstructed Knees: A Systematic Review. *N Am J Sports Phys Ther.* juin 2010;5(2):74-84.
82. Fukuda TY, Fingerhut D, Moreira VC, Camarini PMF, Scodeller NF, Duarte A, et al. Open kinetic chain exercises in a restricted range of motion after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial. *Am J Sports Med.* avr 2013;41(4):788-94.
83. Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(6):337-42.
84. Lobb R, Tumilty S, Claydon LS. A review of systematic reviews on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. *Phys Ther Sport.* nov 2012;13(4):270-8.
85. Barthélémy Y, Kaux J-F, Ferret JM. Isocinetisme et sport de haut niveau : Applications à la traumatologie du sport. Bernard PL, Degache F, éditeurs. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité.* 2014;(85):77-91.
86. 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.* nov 2001;31(11):620-31.
87. Salvator-Witvoet V, Lavanant S, Belmahfoud R, Bovard M. Evolution de la conduite à tenir en rééducation après chirurgie du LCA. In: Heuleu JN, Christel P, ed. *LCA/LCP : nouvelles approches thérapeutiques des ligamentoplasties du genou (XIIème Journée de Menucourt).* Montpellier: Sauramps Médical. 2003 ;53-74.
88. Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. A randomised controlled trial of proprioceptive and balance training after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Res Sports Med.* sept 2005;13(3):217-30.
89. Kruse LM, Gray B, Wright RW. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 3 oct 2012;94(19):1737-48.
90. Fu CLA, Yung SHP, Law KYB, Leung KHH, Lui PYP, Siu HK, et al. The effect of early whole-body vibration therapy on neuromuscular control after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* avr 2013;41(4):804-14.

91. Quelard B, Rachet O, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Rééducation postopératoire des greffes du ligament croisé antérieur. EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation. janv 2010;6(3):1-16.
92. Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GA, Slauterbeck JL. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. J Orthop Res. nov 1995;13(6):930-5.
93. Li G, Rudy TW, Sakane M, Kanamori A, Ma CB, Woo SL. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. J Biomech. avr 1999;32(4):395-400.
94. Beynon BD, Fleming BC. Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. J Biomech. juin 1998;31(6):519-25.
95. Consensus sur la rééducation du genou après ligamentoplastie du croisé antérieur. Consensus obtenu à partir de plus de 30 protocoles de rééducation établis par des établissements de rééducation ou des chirurgiens orthopédistes, des données de la Haute Autorité de Santé, des confrontations entre professionnels au Centre Maguelone de Castelnaud le lez le 20 novembre 2004 et dans le cadre des 23èmes Entretiens de Médecine Physique et de Réadaptation à Montpellier le 2 mars 2005.
96. Edson C. Postoperative rehabilitation of the multiple-ligament reconstructed knee. Operative Techniques in Sports Medicine. oct 2003;11(4):294-301.
97. Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1998;6(2):107-14.
98. Ghozlane L, Salvator-Witvoet V. Prise en charge des ruptures isolées du ligament croisé antérieur : conduite du renforcement musculaire. Actualités en Médecine Physique et de Réadaptation 2014 ; 16-20.
99. Barthelemy Y, Ferret J-M. Plaidoyer pour une prise en charge précoce des ischiojambiers après DIDT. La Lettre de médecine physique et de réadaptation. mars 2010;26(1):20-7.
100. Denais L, Cornet D, Guyard E, Dauty M. Rééducation accélérée après ligamentoplastie par la technique DIDT par un protocole simple et adapté à chacun. Journal de Traumatologie du Sport. sept 2010;27(3):117-20.
101. Bovard M, Belmahfoud R, Salvator-Witvoet V. Isocinétisme après ligamentoplastie du LCA. In : Heuleu JN, Christel P, ed. LCA/LCP. Sauramps Médical, 2003:85-92

102. Puig P-L, Trouvé P, Laboute E, Verhaeghe E. Les critères physiques de reprise du sport après ligamentoplastie du LCA. *Journal de Traumatologie du Sport*. sept 2014;31(3):161-5.
103. Boileau P, Rémi M, Lemaire M, Rousseau P, Desnuelle C, Argenson C. [Plea for accelerated rehabilitation after ligament plasty of the knee by a bone-patellar tendon-bone graft]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. sept 1999;85(5):475-90.
104. Mandrino A, Gal C. Protocole de rééducation accélérée après reconstruction sous arthroscopie du ligament croisé antérieur sans lésion associée. *KinésithérSci* 2006;(469):27-30
105. Beynnon BD, Uh BS, Johnson RJ, Abate JA, Nichols CE, Fleming BC, et al. Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective, Randomized, Double-Blind Comparison of Programs Administered over 2 Different Time Intervals. *The American Journal of Sports Medicine*. mars 2005;33(3):347-59.
106. Beynnon BD, Johnson RJ, Naud S, Fleming BC, Abate JA, Brattbakk B, et al. Accelerated Versus Nonaccelerated Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective, Randomized, Double-Blind Investigation Evaluating Knee Joint Laxity Using Roentgen Stereophotogrammetric Analysis. *The American Journal of Sports Medicine*. déc 2011;39(12):2536-48.
107. Muneta T, Sekiya I, Ogiuchi T, Yagishita K, Yamamoto H, Shinomiya K. Effects of aggressive early rehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction with multi-strand semitendinosus tendon. *International Orthopaedics*. 22 déc 1998;22(6):352-6.
108. Rousseau B, Dauty M, Letenneur J, Sauvage L, De Korvin G. [Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: inpatient or outpatient rehabilitation? A series of 103 patients]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. mai 2001;87(3):229-36.
109. Edouard P, Degache F. *Guide d'isocinétisme : L'évaluation isocinétique des concepts aux conditions sportives et pathologiques*. Elsevier Masson 2016 :327.
110. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine*. nov 2014;48(21):1543-52.

111. Gerometta A, Lutz C, Herman S, Lefèvre N, Dromzee E, Dubrana F, et al. Étude multicentrique française : reprise du sport après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur chez les sportifs de pivot et pivot contact. *Journal de Traumatologie du Sport*. sept 2014;31(3):171-8.
112. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*. 1 juin 2011;45(7):596-606.
113. Everhart JS, Best TM, Flanigan DC. Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. mars 2015;23(3):752-62.
114. Warner SJ, Smith MV, Wright RW, Matava MJ, Brophy RH. Sport-specific outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. août 2011;27(8):1129-34.
115. Dauty M, Le Brun J, Huguet D, Paumier S, Dubois C, Letenneur J. Reprise du sport pivot-contact après reconstruction du ligament croisé antérieur : technique au tendon patellaire ou aux ischiojambiers. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*. oct 2008;94(6):552-60.
116. Gobbi A, Mahajan S, Zanazzo M, Tuy B. Patellar tendon versus quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective clinical investigation in athletes. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. juill 2003;19(6):592-601.
117. Gerometta A, Rousseau R, Khiami F, Lutz C. Reprise du sport après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur : revue de la littérature. *Société française de traumatologie du sport* 2017 ; 1-12. [Internet]. *La médecine du sport*. Disponible sur:<https://www.lamedecinedusport.com/traumatologie/reprise-du-sport-apres-ligamentoplastie-du-ligament-croise-anterieur-revue-de-la-litterature/>
118. Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G, De Biase P. Patellar Tendon Versus Doubled Semitendinosus and Gracilis Tendons for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*. mars 1994;22(2):211-8.
119. Rose T, Engel T, Bernhard J, Hepp P, Josten C, Lill H. Differences in the rehabilitation period following two methods of anterior cruciate ligament replacement: semitendinosus/gracilis tendon vs. ligamentum patellae. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1 mai 2004;12(3):189-97.

120. SIGASCOT Sports Committee, Grassi A, Vascellari A, Combi A, Tomaello L, Canata GL, et al. Return to sport after ACL reconstruction: a survey between the Italian Society of Knee, Arthroscopy, Sport, Cartilage and Orthopaedic Technologies (SIGASCOT) members. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. juill 2016;26(5):509-16.
121. Schmitt LC, Paterno MV, Hewett TE. The Impact of Quadriceps Femoris Strength Asymmetry on Functional Performance at Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. sept 2012;42(9):750-9.
122. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical Measures during Landing and Postural Stability Predict Second Anterior Cruciate Ligament Injury after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. *The American Journal of Sports Medicine*. oct 2010;38(10):1968-78.
123. Hickey KC, Quatman CE, Myer GD, Ford KR, Brosky JA, Hewett TE. Methodological report: dynamic field tests used in an NFL combine setting to identify lower-extremity functional asymmetries. *J Strength Cond Res*. déc 2009;23(9):2500-6.
124. Craig Garrison J, Shanley E, Thigpen C, Geary R, Osler M, Del Giorno J. The reliability of the Vail Sport Test as a measure of physical performance following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7:20-30.
125. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al. Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Mil Med*. nov 2013;178(11):1264-70.
126. Lee DK, Kang MH, Lee TS, Oh JS. Relations entre le test d'équilibre Y, l'échelle d'équilibre de Berg et la force des membres inférieurs chez les femmes d'âge moyen et les femmes plus âgées. *Braz J Phys Ther*. 2015 mai-juin; 19 (3): 227-234.
127. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*. déc 2006;36(12):911-9.
128. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Criteria-Based Progression Through the Return-to-Sport Phase. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. juin 2006;36(6):385-402.

129. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Physical Therapy in Sport*. févr 2008;9(1):9-15.
130. Bohu Y, Klouche S, Lefevre N, Webster K, Herman S. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury (ACL-RSI) scale. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. avr 2015;23(4):1192-6.
131. Chaory K, Poiraudéau S. Les grilles d'évaluations dans la ligamentoplastie du LCA. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*. août 2004;47(6):309-16.
132. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*. sept 1985;(198):43-9.
133. Dvir Z. Isokinetics of the knee muscles. In: *Isokinetics Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications*. Livingtone C 2003:137-65.
134. Croisier JL, Crielaard JM. Exploration isocinétique: analyse des paramètres chiffrés. *Ann Réadapt Médecine Phys* 1999;42:538-45.
135. Croisier J, Crielaard JM. Mise au point d'un rapport isocinétique fléchisseurs du genou/quadriceps original. Application à une pathologie musculaire. *J Traumatol Sport*. 1996;13(2):115-9.
136. Sapega AA. Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. *J Bone Joint Surg Am*. déc 1990;72(10):1562-74.
137. Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Stankewich CJ, Renström PA, Nichols CE. The Strain Behavior of the Anterior Cruciate Ligament During Squatting and Active Flexion-Extension: A Comparison of an Open and a Closed Kinetic Chain Exercise. *The American Journal of Sports Medicine*. nov 1997;25(6):823-9.
138. Beard DJ, Dodd CAF. Home or Supervised Rehabilitation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. févr 1998;27(2):134-43.
139. Zätterström R, Fridén T, Lindstrand A, Moritz U. Early rehabilitation of acute anterior cruciate ligament injury-a randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 30 janv 2007;8(3):154-9.

140. Shelbourne KD, Gray T, Haro M. Incidence of Subsequent Injury to Either Knee within 5 Years after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Patellar Tendon Autograft. *The American Journal of Sports Medicine*. févr 2009;37(2):246-51.
141. Dauty M, Potiron-Josse M, Rochcongar P. Identification of previous hamstring muscle injury by isokinetic concentric and eccentric torque measurement in elite soccer player. *Isokinetics and Exercise Science*. 27 août 2003;11(3):139-44.
142. SOFMER - SYFMER. Recommandations - Dynamométrie isocinétique dans le cadre du suivi MPR des ligamentoplasties du genou 2009 [Internet]
143. Thèse d'exercice pour le diplôme d'état de docteur en médecine de Rolland Nicolas : Evaluation musculaire isocinétique après reconstruction du LCA du genou chez les sportifs amateurs : Quels sont les bénéfices d'une évaluation isocinétique à 3-4 mois postopératoires ?
144. Grant JA, Mohtadi NGH, Maitland ME, Zernicke RF. Comparison of Home versus Physical Therapy-Supervised Rehabilitation Programs after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. *The American Journal of Sports Medicine*. sept 2005;33(9):1288-97.
145. Grant JA, Mohtadi NGH. Two- to 4-year follow-up to a comparison of home versus physical therapy-supervised rehabilitation programs after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. juill 2010;38(7):1389-94.
146. Fischer DA, Tewes DP, Boyd JL, Smith JP, Quick DC. Home based rehabilitation for anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*. févr 1998;(347):194-9.
147. Rochcongar P. Évaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport : revue de la littérature. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*. août 2004;47(6):274-81.
148. Laboute E, Savalli L, Lefesvre T, Puig P, Trouve P. Intérêt d'une rééducation spécialisée à distance d'une chirurgie du ligament croisé antérieur chez le sportif de haut niveau. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*. oct 2008;94(6):533-40.

# SERMENT



En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !



## RESUME :

**INTRODUCTION :** Depuis quelques années, la rééducation post ligamentoplastie du genou tend de plus en plus vers le libéral. Cependant ce virage initialement répondant à des objectifs financiers est-il pertinent sur des critères cliniques de nos patients ?

**OBJECTIFS :** L'objectif principal est d'observer si la récupération musculaire précoce au niveau du quadriceps et des ischiojambiers est meilleure après rééducation post opératoire en centre qu'en libéral. Les objectifs secondaires sont d'étudier la récupération musculaire après rééducation en centre ou libérale plus tardive, d'observer la récupération musculaire en fonction du type de ligamentoplastie, d'analyser la reprise du sport au niveau antérieur et la survenue de nouvelles blessures.

**MATERIEL ET METHODES :** Il s'agit d'une étude rétrospective unicentrique dans le service de Médecine Physique et Réadaptation du CHU de Poitiers. L'étude a porté sur des patients passant un test isocinétique de janvier 2015 à décembre 2017. Au total quarante six patients ont été évalués. Le critère d'évaluation principal est la comparaison des résultats des tests isocinétiques entre le 4<sup>e</sup> - 7<sup>e</sup> mois post ligamentoplastie du genou pris en charge en centre de rééducation versus en libéral. Les critères d'évaluation secondaire sont : la comparaison des résultats des tests isocinétiques entre le 8<sup>e</sup> - 13<sup>e</sup> mois post ligamentoplastie du genou pris en charge en centre de rééducation versus en libéral, les résultats des tests isocinétiques en fonction du type de ligamentoplastie, l'analyse d'un questionnaire sur la reprise du sport et à quel niveau, l'évaluation subjective du genou par l'IKDC et le score de LYSHOLM post opératoire et la survenue de complications.

**RESULTATS :** Nous avons observés une différence significative à vitesse rapide en concentrique du quadriceps pour les tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois, le déficit moyen en centre était de 36,5 % par rapport au coté sain contre 20,2% en libéral ( $p=0,03$ ) ; et pour le ratio quadriceps concentrique à 90°/s sur ischiojambiers excentrique à 90°/s ( $p= 0,001$ ). Pour les tests réalisés entre le 8<sup>e</sup> et le 13<sup>e</sup> mois, des différences significatives sont observées pour les ischiojambiers en concentrique à 90 °/ s, le déficit moyen étant de 3,2% du coté sain en centre et de 10% du coté lésé en libéral ( $p= 0,03$ ) et pour le ratio ischiojambiers sur quadriceps à 90°/s en concentrique et quadriceps concentrique 90°/s sur ischiojambiers excentrique 90°/s ( $p$  respectif = 0,009 et 0,004). Enfin en fonction des types de chirurgie nous ne retrouvons pas de différence significative pour les tests réalisés entre le 4<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> mois. Or, pour les tests réalisés entre le 8<sup>e</sup> et le 13<sup>e</sup> mois nous observons une différence significative dans le groupe des KJ avec un déficit de 9% du coté lésé pour les rééducations en centre et un déficit de 19,3 % du coté sain pour les rééducations en libéral ( $p= 0,02$ ) en travail excentrique à 90°/s et pour le ratio quadriceps en concentrique 90°/s sur ischiojambiers en excentrique 90°/s ( $p= 0,02$ ).

**CONCLUSION :** Tout en restant prudent devant les biais de notre étude, cette étude nous laisse penser que la tendance actuelle de la rééducation en libéral ne se fait pas au détriment de la bonne récupération musculaire de nos patients. La place des centres serait peut être plus pertinente au moment de la reprise sportive.

**Mots clés :** Ligament croisé antérieur, rééducation, isocinétisme.