



**HAL**  
open science

# Test isocinétique vs. test fonctionnel : quel test pour le retour au sport chez le jeune sportif opéré d'une ligamentoplastie du lca ?

Laura Csintalan

## ► To cite this version:

Laura Csintalan. Test isocinétique vs. test fonctionnel : quel test pour le retour au sport chez le jeune sportif opéré d'une ligamentoplastie du lca ?. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03355773

**HAL Id: dumas-03355773**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03355773>**

Submitted on 27 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**TEST ISOCINÉTIQUE VS. TEST  
FONCTIONNEL : QUEL TEST POUR LE  
RETOUR AU SPORT CHEZ LE JEUNE SPORTIF  
OPÉRÉ D'UNE LIGAMENTOPLASTIE DU LCA ?**

**CSINTALAN Laura**

**Directeur de mémoire : M. LE TILLY Philippe**

## **Remerciements :**

*Je tiens à remercier en premier lieu mon directeur de mémoire, Monsieur Philippe Le Tilly, pour ses conseils, sa sympathie et son aide lors de la rédaction de ce mémoire.*

*Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'école de formation en masso-kinésithérapie de Marseille pour l'enseignement dispensé durant ces quatre ans. J'ai une pensée toute particulière pour Madame Béatrice Caors dont l'aide, l'écoute et les conseils m'ont été plus que précieux lorsque j'en ai eu besoin, bien au-delà de son rôle d'enseignante.*

*Je tiens à remercier en suite mes parents Judit et Jean, et ma sœur Carla, pour leur appui sans faille depuis mes premiers pas à l'école, pour leur patience, pour leur amour, pour avoir cru en moi et m'avoir soutenue sur tous les plans surtout ces six dernières années. Un merci tout particulier à mon père pour ses conseils et ses relectures.*

*Je remercie également toute l'équipe et notamment les kinésithérapeutes du service de médecine physique et réadaptation de l'hôpital d'instruction des armées Laveran pour ces trois fabuleuses années d'apprentissage qui furent source d'enrichissement à la fois professionnel et personnel. J'adresse un remerciement tout particulier au Docteur Arnaud-Xavier Jouvion, à Ella et à Saoscen pour leur aide à la rédaction et à la relecture de ce mémoire. J'ai également une pensée pour Laurent Fayette qui a cru en moi m'a donné l'opportunité d'intégrer son équipe.*

*Je remercie Fanny, Séléna, Magali et Lucie pour toutes ces heures de cours passées ensemble sur les bancs des amphithéâtres, pour les rires, les révisions, les pauses café, les soirées inoubliables, notre projet de stage au Cap Vert, les heures au téléphone et tant d'autres souvenirs impérissables que je garderai de ces quatre années scolaires.*

*Je remercie enfin Tomas, mon meilleur ami, pour ces merveilleuses années depuis le collège et les nombreuses à venir encore.*

*A toutes les personnes que je ne peux citer mais qui se reconnaîtront j'en suis certaine et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, que ce soit par leurs conseils, leurs paroles motivantes ou même simplement leur présence, je vous en remercie.*

*Laura CSINTALAN.*

## Liste des abréviations :

- ACL**R : Anterior Cruciate Ligament Reconstruction
- BF** : Biceps Fémoral (muscle)
- CCO** : Chaîne Cinétique Ouverte
- CCF** : Chaîne Cinétique Fermée
- DIDT** : Droit Interne et Demi Tendineux
- DT4** : Demi Tendineux 4 Brins
- HAS** : Haute Autorité de Santé
- IJ** : Ischios Jambiers (muscles)
- IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique
- KJ** : Kenneth Jones
- LCA** : Ligament Croisé Antérieur
- LCP** : Ligament Croisé Postérieur
- LSI** : Limb Symetry Index = Index de symétrie des membres
- OTO** : Os – Tendon patellaire – Os
- SHDT** : Single Hop for Distance Test
- SHT** : Side Hop Test
- SM** : Semi Membraneux (muscle)
- ST** : Semi Tendineux (muscle)
- TI** : Tubérosité Ischiatique
- TIJ** : Transplant d'Ischio Jambier
- TFL** : Tenseur du Fascia Lata (muscle)
- THT** : Triple Hop Test
- TTA** : Tubérosité Tibiale Antérieure

## Table des figures :

Figure 1 Articulation du genou, flexion à 90° - <a href="http://www.chirurgie-orthopedique-paris.com">www.chirurgie-orthopedique-paris.com</a> .....	2
Figure 2: Diagramme des causes de changement ou d'arrêt de sport, schéma tiré du symposium de la SFTS .....	14
Figure 3: Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients du test isocinétique [26]. ....	15
Figure 4: Schéma SHDT, schéma personnel .....	17
Figure 5: Schéma THT, schéma personnel .....	17
Figure 6: Synthèse des grilles QUADAS-2, schéma personnel .....	28
Figure 7: Synthèse des risques de biais de la revue, schéma personnel .....	29
Figure 8: Seuil de corrélation, schéma personnel .....	30
Figure 9: Classification générale du niveau de preuve d'une étude, HAS, 2013 .....	42

## Table des matières

1	Introduction .....	1
1.1	Rappels anatomo-physiopathologiques .....	1
1.1.1	Le genou .....	1
1.1.1.1	Éléments osseux en présence .....	2
1.1.1.2	Principaux muscles moteurs .....	4
1.1.1.3	Surfaces articulaires .....	5
1.1.1.4	Éléments capsulo-ligamentaires et LCA.....	5
1.1.2	Données épidémiologiques et coûts.....	8
1.1.3	Mécanismes lésionnels du LCA et évaluation de la rupture .....	9
1.1.3.1	Mécanismes lésionnels .....	9
1.1.3.2	Diagnostic de rupture du LCA .....	10
1.1.4	Chirurgies du LCA .....	11
1.1.5	Rééducation post-ligamentoplastie du LCA.....	13
1.1.6	Enjeux et critères de reprise de l'activité sportive.....	14
1.1.6.1	Test isocinétique .....	15
1.1.6.2	Tests fonctionnels .....	16
2	Méthode.....	18
2.1	Critères d'éligibilité.....	18
2.1.1	Type d'étude.....	18
2.1.2	Population/pathologie .....	18
2.1.3	Interventions .....	18
2.2	Objectifs/critères de jugement.....	18
2.3	Méthodologie de recherche des études .....	19
2.3.1	Sources documentaires investiguées.....	19
2.3.2	Equation de recherche utilisée .....	19
2.4	Extraction et analyse des données .....	20
2.4.1	Sélection des études .....	20
2.4.2	Extraction des données .....	21
2.4.3	Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées .....	22
2.4.4	Méthode de synthèse des résultats .....	22
2.4.5	Financement et conflits d'intérêt.....	22
3	Résultats.....	23
3.1	Description des études .....	23

3.1.1	Diagramme de flux .....	23
3.1.2	Etudes exclues .....	23
3.1.2.1	Exclues après lecture de l'abstract .....	23
3.1.2.2	Exclues après lecture complète de l'article .....	23
3.1.3	Etudes incluses .....	24
3.2	Risque de biais dans les études incluses .....	28
3.2.1	Grille de lecture utilisée .....	28
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés.....	28
3.3	Effet de l'intervention.....	30
3.3.1	Rappels statistiques.....	30
3.3.1.1	Coefficient de corrélation r .....	30
3.3.1.2	Valeur p .....	30
3.3.1.3	Intervalle de confiance IC.....	31
3.3.2	Critère de jugement .....	31
3.3.3	Synthèse des résultats de la revue.....	36
4	Discussion.....	37
4.1	Analyse des principaux résultats .....	38
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique .....	41
4.3	Qualité des preuves .....	42
4.3.1	Système de gradation de la HAS .....	42
4.3.2	Système GRADE .....	43
4.4	Biais potentiels de la revue.....	44
5	Conclusion.....	46
5.1	Implication pour la pratique clinique .....	46
5.2	Implication pour la recherche .....	46
6	Références et bibliographie .....	47
7	Annexes.....	50

# 1 Introduction

La question de la récupération musculaire est un des enjeux majeurs de la rééducation chez les patients jeunes et sportifs ayant subi une chirurgie de ligamentoplastie du ligament croisé antérieur (LCA) du genou à la suite de sa rupture partielle ou totale. En effet, la course à la reprise de l'activité sportive, souvent sous la pression des entraîneurs ou du patient lui-même, pousse les thérapeutes à mettre en place des protocoles de rééducation de plus en plus rapides et de plus en plus efficaces. Cependant, historiquement la reprise de l'activité sportive et notamment de la course, est accordée par l'équipe soignante suite à la validation de divers tests dont le plus répandu reste le test isocinétique [1].

En effet, comme recommandé depuis 2008 par la Haute Autorité de Santé (HAS) [2], la plupart des protocoles de rééducation du LCA après ligamentoplastie donnent le feu vert à la reprise de la pratique sportive si la récupération de la force musculaire évaluée par isocinétisme est supérieure à 90 % par rapport au côté controlatéral, entre autres critères. Néanmoins, les dynamomètres isocinétiques utilisés pour effectuer ce test sont très onéreux. De plus, leur manipulation et emploi en pratique quotidienne nécessitent une formation spécifique de l'opérateur également coûteuse et chronophage.

Par ailleurs, d'autres tests fonctionnels tels que les « single hop tests » sont souvent effectués en parallèle du test isocinétique. Nous pourrions donc nous demander si ces deux types de tests, isocinétique et fonctionnels, présentent une corrélation ce qui permettrait de ne plus systématiquement effectuer le test isocinétique et ce au profit des tests fonctionnels, plus économiques, plus simples et plus rapides à mettre en place.

## 1.1 Rappels anatomo-physiopathologiques

### 1.1.1 Le genou

*Les rappels anatomiques suivants sont tirés de l'ouvrage 3<sup>e</sup> édition d'anatomie de l'appareil locomoteur, membre inférieur par Michel Dufour.[3]*

Le genou est un système articulaire synovial composé de deux articulations :

- L'articulation fémoro-tibiale ;
- L'articulation fémoro-patellaire.

Ces articulations vont permettre au genou des mouvements dans deux degrés de liberté à savoir le mouvement de :

- Flexion selon un axe transversal dans le plan sagittal, dans une amplitude active jusqu'à 140° hanche fléchie et 120° hanche en extension, et dans une amplitude passive jusqu'à 160° ;
- Extension dans le plan sagittal également de 0°, jusqu'à 5 à 10° de recurvatum<sup>1</sup> ;

---

<sup>1</sup> *Recurvatum* : Position d'une articulation en hyperextension anormale, *Dictionnaire médical de l'académie de Médecine, version 2020.*



- Rotation médiale et latérale dans le plan horizontal selon un axe longitudinal uniquement lorsque le genou est fléchi. L'amplitude articulaire est de 5° pour la rotation médiale et de 10° pour la rotation latérale.

### 1.1.1.1 Éléments osseux en présence

L'articulation du genou est composée, pour ce qui est des éléments osseux, de l'extrémité inférieure du fémur, de l'extrémité supérieure du tibia et de la patella.

❖ **Le fémur** : c'est un os long et symétrique, triangulaire à la coupe au niveau de la diaphyse qui forme le squelette de la cuisse. Son extrémité inférieure est élargie dans le plan frontal et sagittal. On lui distingue une zone de transition qui fait apparaître une 4<sup>ème</sup> face dite surface poplitée, lisse et libre de toute insertion, une surface patellaire ou trochlée et des condyles.



La surface patellaire est située à la partie antéroinférieure de cette extrémité qui répond à la face postérieure de la patella. Cette articulation est de type ginglyme<sup>2</sup>. La trochlée fémorale correspond à la partie pleine de cette poulie, avec un grand axe transversal, une gorge verticale et deux joues. La joue latérale est plus haute, plus large et plus saillante que la médiale.

Figure 1 Articulation du genou, flexion à 90° - [www.chirurgie-orthopedique-paris.com](http://www.chirurgie-orthopedique-paris.com)

Concernant les condyles :

- Le *condyle latéral* est large, court et plus sagittal. On lui décrit 6 faces. La face latérale présente l'épicondyle latéral du genou qui est une saillie osseuse. Cet épicondyle présente à sa partie postérieure la zone d'insertion du muscle gastrocnémien latéral, du ligament collatéral latéral du genou et du rétinaculum patellaire latéral. On retrouve également à la partie inférieure de cette face latérale le sillon condyloaire qui donne insertion à la capsule et au tendon du muscle poplité à la hauteur de l'épicondyle. La face médiale ou axiale limite la fosse intercondylienne, on trouve à sa partie postéro-supérieure l'insertion du ligament croisé antérieur du genou. La face supérieure, globalement en forme d'accent circonflexe est le lieu d'insertion du muscle gastrocnémien latéral ainsi que du muscle plantaire. Les faces inférieure et postérieure sont en continuité totale et forment la surface articulaire avec le tibia et le ménisque latéral.
- Le *condyle médial* est plus étroit et plus long, il est oblique en arrière et en dedans. Ses caractéristiques sont similaires à celles du condyle latéral à ceci près qu'il ne présente pas d'insertion pour les muscles poplités et plantaires, son rétinaculum patellaire est plus important et son épicondyle est la zone d'insertion du ligament collatéral médial. De plus, à sa face supérieure on trouve le tubercule de l'adducteur

<sup>2</sup> Le *ginglyme* (ou articulation trochléenne) unit deux surfaces en forme de poulie, l'une pleine, l'autre creuse. *Organisation des appareils et des systèmes, Système articulaire, Monique Remillieux, 2016.*

qui donne insertion au 3<sup>ème</sup> faisceau du muscle grand adducteur. Enfin, sa face latérale (ou axiale) donne insertion au ligament croisé postérieur.

❖ **La patella** : c'est un os plat, pair et symétrique apparenté à un os sésamoïde. Elle est prise au sein de l'appareil extenseur du genou, c'est-à-dire dans la terminaison dans l'insertion distale du muscle quadriceps qui devient ensuite le tendon patellaire, qui parcourent sa face antérieure. Elle est aplatie, grossièrement triangulaire à base supérieure. Son apex<sup>3</sup> donne naissance au ligament patellaire. Sa face postérieure est occupée à ses 2/3 par la surface articulaire qui répond à la trochlée fémorale. Elle présente 2 joues séparées par une crête mousse, la joue latérale étant plus large et plus concave que la médiale qui est légèrement plus courte et plus convexe. Le tiers inférieur n'est pas articulaire et est situé légèrement en retrait. Les bords de la patella donnent insertion à la capsule articulaire, aux rétinaculum patellaires et aux ligaments méniscopatellaires correspondants ainsi qu'au vaste du quadriceps homolatéral. La base présente d'arrière en avant les insertions de la capsule, du vaste intermédiaire, du vaste latéral et du vaste médial et enfin du droit fémoral.

❖ **Le tibia** : c'est également un os long, pair et symétrique, sa diaphyse est triangulaire à la coupe, il forme le squelette médial du segment jambier. Son extrémité supérieure a grossièrement la forme d'une pyramide à base supérieure. Sa face supérieure ou plateau présente 2 condyles et une zone intercondyloire. Le condyle latéral est une surface articulaire qui répond au condyle latéral du fémur, il est de forme ovale à grand axe antéro-postérieur, légèrement convexe selon cet axe et concave transversalement. Le condyle médial est légèrement oblique en arrière et en dedans selon son grand axe, il est plus allongé et plus étroit et légèrement concave en tous sens. La zone intercondyloire a la forme d'un sablier. Sa partie antérieure présente l'insertion de la capsule articulaire, du frein de la corne antérieure du ménisque médial, du ligament croisé antérieur et du frein de la corne antérieure du ménisque latéral. La partie intermédiaire est formée par le massif des tubercules intercondyloires. Enfin la partie postérieure de cette face présente d'avant en arrière le frein de la corne postérieure du ménisque latéral et médial, la capsule et le ligament croisé postérieur (LCP).

La face antérieure du tibia présente la tubérosité tibiale antérieure (TTA) qui donne son insertion au tendon patellaire. Elle présente également deux crêtes divergentes en haut qui donnent insertion aux fibres directes et croisées des vastes latéral et médial du quadriceps ainsi qu'un tubercule infracondyloire où s'insère le tractus iliotibial.

Sa face postérieure présente de dedans en dehors l'insertion directe du muscle semi-membraneux, prolongée sur la face médiale par le tendon réfléchi du même muscle, qui chemine dans un sillon osseux. Elle présente également un débordement de l'insertion du LCP, l'insertion tibiale du ligament poplité arqué, un passage osseux pour le tendon du muscle poplité et une facette articulaire avec la fibula.

Enfin, sa face latérale est le lieu d'insertion de 3 expansions musculaires à savoir, le biceps fémoral, le long fibulaire et le long extenseur des orteils.

---

<sup>3</sup> L'apex est l'extrémité pointue d'une structure conique ou pyramidale, *Dictionnaire médical de l'académie de Médecine, version 2020.*

### 1.1.1.2 Principaux muscles moteurs

Nous détaillerons ici les principaux muscles moteurs du genou à savoir le quadriceps et le groupement musculaire des ischiojambiers en gardant cependant à l'esprit le rôle de certains autres muscles dans les mouvements principaux ou mineurs du genou.

#### ➤ **Le quadriceps**

C'est le muscle principal de la loge antérieure de la cuisse, il fait partie de l'appareil extenseur du genou. C'est un muscle volumineux, composé de 4 chefs musculaires qui sont, de la superficie à la profondeur, le droit fémoral, le vaste latéral et le vaste médial et enfin le vaste intermédiaire.

- Le droit fémoral : seul chef polyarticulaire du quadriceps, son insertion proximale se fait par 3 tendons, un tendon direct, un tendon réfléchi et un tendon récurrent. Le tendon direct s'insère sur la partie supérieure de l'épine iliaque antérosupérieure de l'os coxal, le tendon réfléchi s'insère au fond du sillon supra-acétabulaire de l'os coxal et le tendon récurrent s'insère à la face antérieure du grand trochanter du fémur. Son trajet est vertical vers le bas. Il se termine à la partie antérieure de la base de la patella et ses fibres se prolongent jusqu'à la TTA où elles deviennent indissociables du ligament patellaire. Il est le seul chef à avoir une action sur la hanche à savoir la flexion et la stabilisation par effet sangle.
- Le vaste latéral : son insertion se fait par une lame tendineuse à la face postérieure du fémur grossièrement au niveau de la ligne âpre. Il se dirige en bas et en dedans. Le vaste latéral se termine sur la base et le bord latéral de la patella et envoie quelques expansions sur les crêtes obliques de la face antérieure de l'extrémité supérieure du tibia. Il possède une composante de rotation latérale du genou.
- Le vaste médial : il s'insère également par une lame tendineuse au niveau de la ligne âpre du fémur. Il se dirige en bas et en dehors et sa terminaison est symétrique à celle du vaste latéral mais descend un peu plus bas sur la patella. Il possède une composante de rotation médiale du genou.
- Le vaste intermédiaire : c'est le chef le plus profond du quadriceps, il s'insère sur les 2/3 supérieurs de la face antérieure et du bord latéral de la diaphyse fémorale. Son trajet est oblique en bas et dedans suivant l'axe de la diaphyse fémorale, il vient se terminer à la partie postérieure de la base de la patella.

#### ➤ **Les ischiojambiers (IJ) :**

Il s'agit du groupement musculaire postérieur de la cuisse. Il est composé de 3 muscles qui sont le biceps fémoral (BF), le semi-tendineux (ST) et le semi-membraneux (SM). Ce groupe musculaire a pour action principale l'extension de hanche ainsi qu'une composante de rotation latérale du genou pour le BF et de rotation médiale de genou pour le ST et le SM.

- Le biceps fémoral : il est composé de 2 chefs. La longue portion du BF s'insère sur la tubérosité ischiatique (TI) de l'os iliaque, la courte portion s'insère sur la ligne âpre du fémur, les deux chefs se dirigent en bas et en dehors, il se termine sur l'extrémité supérieure de la fibula.

- Le semi-tendineux : il s'insère sur la TI de l'os iliaque, se dirige en bas et en dedans et vient se terminer au niveau de la patte d'oie, c'est-à-dire à la face antéro-médiale du tibia en dedans de la TTA.
- Le semi-membraneux : il s'insère sur la TI de l'os iliaque a un trajet quasiment vertical et se divise en 3 tendons dont nous avons vu les terminaisons lors de la description de l'os tibial.

#### 1.1.1.3 Surfaces articulaires

Les surfaces articulaires en présence sont donc, comme vu précédemment :

- *La trochlée fémorale* ou *surface patellaire*, qui est un ginglyme et qui se situe à la face antérieure de l'extrémité inférieure du fémur ;
- *Les condyles fémoraux* qui répondent au ménisque et au condyle tibial correspondant et qui se situent à la face inférieure et postérieure de l'extrémité inférieure du fémur ;
- *Les condyles tibiaux* qui répondent au ménisque et au condyle fémoral correspondant et qui se situent sur la face supérieure de l'extrémité supérieure du tibia ;
- *La face postérieure de la patella* sur ses 2/3 supérieurs.

Toutes ces surfaces sont encroûtées de cartilage hyalin.

- *Les ménisques* : à la fois éléments articulaires et moyens d'union, les ménisques sont des fibrocartilages en forme de croissant situés à la périphérie des condyles tibiaux et dont les cornes sont fixées à cet os par des freins présents à chacune de leurs extrémités. Ils sont triangulaires à la coupe avec une face latérale solidaire de la capsule articulaire, une face axiale encroûtée de cartilage hyalin qui participe à l'articulation fémoro-tibiale et une face inférieure posée sur le condyle tibial correspondant, légèrement mobile. Ils ont une forme semblable à celle des surfaces osseuses auxquelles ils répondent, ainsi le ménisque médial est plus long et plus étroit, en forme de "C" et le ménisque latéral est plus large et plus court en forme de "O". Ils sont reliés entre eux par le ligament transverse du genou ou ligament interméniscal antérieur. Ils sont également reliés à la patella par les ligaments méniscopatellaires et au fémur par le ligament méniscofémoral.

#### 1.1.1.4 Éléments capsulo-ligamentaires et LCA

- ❖ **La capsule** : elle s'insère grossièrement le long les surfaces articulaires sauf au niveau de la partie supérieure de la trochlée fémorale où elle s'écarte, ainsi qu'aux bords latéraux des condyles où elle s'insère sur la lèvre supérieure du sillon condyloaire et à la face postérieure des condyles où elle englobe la fosse intercondyloaire. Au niveau du plateau tibial, elle inclut les cornes antérieures et postérieures des ménisques, le ligament croisé antérieur mais elle exclut le ligament croisé postérieur et tout l'articulation tibio-fibulaire supérieure. Elle est lâche dans le plan sagittal et tendue sur les côtés, ainsi elle présente un important cul-de-sac sous-quadricipital lorsque le genou est en extension, mobilisé par le muscle articulaire du genou. Sa partie postérieure est également plus lâche et est mobilisée

par des expansions des muscles semi-membraneux, biceps fémoral et poplité, cette partie est également renforcée en regard des condyles fémoraux pour former les coques condyliennes, elles-mêmes renforcées par des fibres tendineuses du muscle gastrocnémien.

❖ **Les ménisques** : décrits précédemment, ils sont également un moyen d'union.

❖ **La synoviale** tapisse la face profonde de la capsule et possède les mêmes caractéristiques en ce qui concerne les replis et les écarts. De plus, elle forme un repli qui engaine les ligaments croisés antérieur et postérieur appelée la tente des croisés.

❖ **Les ligaments** :

L'articulation du genou étant une articulation non congruente et fortement sollicitée mécaniquement, elle présente donc un réseau ligamentaire très développé et très puissant. Nous ne détaillerons ici que brièvement les ligaments autres que le système des croisés qui nous intéresse tout particulièrement.

- Système collatéral : comprenant le ligament collatéral latéral (tibial) et le ligament collatéral médial (fibulaire) ;
- Système sagittal : comprenant le ligament patellaire, qui est indissociable du tendon patellaire, le ligament poplité oblique qui est considéré comme la terminaison récurrente du muscle semi-membraneux et le ligament poplité arqué ;
- Retinacula patellaires : ils sont au nombre de deux, un latéral et un médial, identiques au niveau de leur description à ceci près que le médial est beaucoup plus important en termes de taille que le latéral. Ils s'insèrent sur l'épicondyle fémoral correspondant et se terminent sur le bord de la patella du même côté ;
- Système pivot central : Il s'agit d'un système particulier qui est situé au centre de l'articulation du genou, tout en restant extra-articulaire puisqu'il est isolé par un repli synovial propre. Les ligaments croisés antérieur et postérieur se croisent dans le plan frontal et sagittal mais sont parallèles dans le plan horizontal. Ils présentent un système torsadé en faisceaux ce qui leur permet d'avoir une partie toujours tendue quelle que soit la position du genou et ce afin d'en assurer sa stabilité.
  - *Ligament croisé postérieur (LCP)* : il s'insère à la partie postérieure de la face supérieure du plateau tibial au niveau de l'aire intercondyloire postérieure et déborde à la face postérieure du plateau. Il a un trajet oblique en haut, en avant et en dedans pour venir se terminer à la partie antérieure de la face axiale du condyle médial du fémur. Il est torsadé en deux faisceaux, un postérolatéral relâché en flexion du genou et tendu en extension et un faisceau antéro-médial qui lui est tendu en flexion du genou et relâché en extension. C'est un ligament

bien vascularisé. Il limite le mouvement de tiroir<sup>4</sup> postérieur du tibia. Il mesure en moyenne 38mm de long et sa surface de section est 1,5 à 2 fois supérieure à celle du LCA.[4]

- *Ligament croisé antérieur (LCA)* : Il s'insère à la partie antérieure de la face supérieure du plateau tibial, c'est-à-dire dans l'aire intercondyloire antérieure, entre les freins antérieurs des ménisques, cependant, il est plus proche du frein médial. Sa zone d'insertion est de forme triangulaire et d'une surface d'environ 2,5 à 3 cm<sup>2</sup>. Son trajet oblique en haut, en arrière et en dehors place sa terminaison à la partie postéro-supérieure de la face axiale du condyle latéral du fémur sur une surface en forme de haricot d'environ 2cm<sup>2</sup>. Ainsi le LCA s'élargit de fémoral en tibial. Tout comme le LCP, il est torsadé en plusieurs faisceaux dont les deux principaux sont le faisceau antéro-médial et postérolatéral. La direction et la tension du LCA dépendent du degré de flexion du genou. Lorsque le genou est tendu, les 2 faisceaux principaux sont verticaux et tendus, l'hyperextension et le recurvatum accentuent la tension sur ces 2 faisceaux. Lorsque le genou est en flexion, le LCA devient horizontal. Sa tension varie selon le nombre de fibres considéré. En hyper flexion, les 2 faisceaux se retendent.

Ainsi les rôles principaux du LCA sont de s'opposer au mouvement de tiroir antérieur du genou ainsi qu'à la rotation médiale excessive en venant s'enrouler autour du LCP. Il existe cependant une fibre dite neutre dont la longueur reste la même quelle que soit la position du genou, elle définit le centre isométrique du LCA. Cette variation de longueur et de tension des différentes fibres du LCA au cours des mouvements du genou explique la difficulté de reconstruction anatomique de ce ligament par greffe[5].

Le LCA est composé de collagène de type I et de type III (environ 10%)[6], ces fibres sont faiblement liées les unes aux autres et entourées d'une substance fondamentale viscoélastique ce qui explique que le comportement de ce ligament, en ce qui concerne la charge et la déformation qu'il peut supporter, dépende directement de la vitesse à laquelle la charge est appliquée. En effet, il est plus difficile de se mouvoir rapidement dans un milieu présentant une résistance élevée, la contrainte appliquée sur les fibres du ligament augmente rapidement, ainsi, il apparaît donc logique que la plupart des traumatismes du LCA se produisent à des vitesses angulaires élevées. Les traumatismes à vitesse lente vont plus souvent résulter en un réel étirement du ligament ce qui entraînera donc sa rupture ou désinsertion au niveau de l'insertion osseuse.

De plus, le LCA est bien moins vascularisé que le LCP ce qui peut expliquer les difficultés de cicatrisation au niveau de ce ligament notamment dans les cas de désinsertion, la vascularisation étant particulièrement pauvre au niveau des insertions osseuses du ligament [7].

---

<sup>4</sup> *Tiroir* : mouvement de glissement/translation entraînant un déplacement du tibia sous le fémur dans un plan sagittal, *Dictionnaire médical de l'académie de Médecine, version 2020.*

Enfin, l'innervation du LCA est riche et essentiellement proprioceptive, assurée par des ramifications de la branche articulaire du nerf sciatique poplité interne. Deux types de mécanorécepteurs sont décrits, les uns rapides (Paccini) qui transmettent l'amplitude du mouvement, les autres lents (Ruffini) analysant la vitesse et l'accélération du mouvement. Dans des modèles animaux ayant subi une ligamentoplastie avec greffe d'un tendon rotulien (technique de Kenneth Jones), l'existence d'une innervation sensitive a été retrouvée après 4 semaines postopératoires mais aucun autre récepteur n'a pu être mis en évidence même à la 16<sup>ème</sup> semaine postopératoire. Ceci permet également de comprendre les difficultés liées aux sensations d'instabilités du genou malgré la chirurgie de reconstruction du LCA et donc souvent les délais de reprise de l'activité sportive.[8]

### 1.1.2 Données épidémiologiques et coûts

La lésion du LCA représente un véritable enjeu socio-économique, en effet dans une étude du ministère de la santé belge de 2008, il a été montré que la lésion du LCA était la blessure sportive la plus coûteuse, à savoir 1358 euros de frais médicaux directs, c'est-à-dire sans prendre en compte l'absentéisme au travail par exemple [9]. Aux États-Unis ce chiffre pourrait atteindre les 17 000 dollars par chirurgie du LCA et par patient en incluant la rééducation et l'absentéisme au travail [10].

Chaque année en France, plus de 36 000 ligamentoplasties sont réalisées, 90% d'entre elles sont des ligamentoplasties du LCA, et quasiment 80% sont réalisées sous arthroscopie [11]. De plus, quelques chiffres permettent de donner une idée de l'importance en termes de cas de cette pathologie. En effet, en Suisse, la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (SUVA) recense plus de 3300 déchirures par an ce qui représente presque 0,038% de la population suisse. Aux États-Unis, on recense entre 100 000 et 200 000 lésions du LCA par an soit 0,030% de la population.

En outre, une étude finlandaise a montré que sur un total de 1833 blessures du genou constatées lors de la pratique du football, du judo, du volleyball, du basketball, du karaté et du hockey sur glace au niveau de la population nationale, 40% étaient des lésions des ligaments (contre 11% de lésion des ménisques, 24% de lésions de la patella et 11% de lésions diverses). Parmi ces lésions ligamentaires 46% concernaient le LCA de manière isolée (suivi par 29% de lésions du ligament collatéral médial). Un rapide calcul nous permet de trouver que les lésions isolées du LCA représentent 18% de ces 1833 blessures du genou. [12] La pratique sportive est donc fortement pourvoyeuse de lésions du LCA. Dans une étude de Miyasaka *et al.* citée par l'HAS, réalisée sur 2547 cas de ruptures du LCA, il est conclu que 65% d'entre elles seraient directement imputables au sport.[11]

Certaines études rapportent des chiffres tels que 16 000 ruptures du LCA en ski alpin par an en France[13] ce qui représenterait un peu plus de 0,025% de la population française. Ce taux pourrait même être beaucoup élevé chez les athlètes de haut niveau.

Selon l'HAS, la population touchée par les ruptures du LCA est plutôt jeune, en effet, d'après ses chiffres, la moyenne d'âge hommes et femmes confondus est de 29,2 ans. Cependant certaines études démontrent que l'incidence de la rupture du LCA est encore plus importante dans les populations plus jeunes (14-17ans) notamment chez les filles [14].

Avec une telle prévalence et un tel coût de prise en charge, il est donc aisé de réaliser l'importance économique et surtout sociale que représente cette lésion.

De plus, pour le sportif blessé et son équipe, la blessure représente une longue période « hors du terrain », aux conséquences physiologiques et psychologiques non négligeables.

### 1.1.3 Mécanismes lésionnels du LCA et évaluation de la rupture

Les ruptures du LCA doivent être considérées selon 2 versants, le premier est le versant symptomatique qui représente la gêne fonctionnelle, c'est-à-dire essentiellement l'instabilité ressentie par le patient et le second est le versant anatomique c'est-à-dire le devenir du genou à savoir les lésions méniscales et cartilagineuses secondaires éventuelles.

Cette rupture peut se solder par une instabilité du genou responsable d'une gêne fonctionnelle qui peut se manifester dans les activités sportives en particulier de pivot, dans l'activité quotidienne ou au contraire ne jamais se manifester. Chez le sujet jeune il s'agit donc une pathologie avec un fort retentissement social, voire professionnel. [15]

De plus, il existe des facteurs de risque identifiés de rupture du LCA parmi lesquels nous retrouvons des facteurs intrinsèques tels que :

- Des facteurs anatomiques et osseux : en effet la résistance du ligament dépend de sa largeur, de l'anatomie de l'échancrure inter condylienne, de l'inclinaison du plateau tibial et du valgus<sup>5</sup> du membre inférieur, de sa qualité histologique, entre autres ;
- Des facteurs biologiques : certaines pathologies comme le diabète par exemple augmenteraient le risque de lésion du LCA. Les conditions telles que le surpoids peuvent également avoir une influence ;
- Des facteurs hormonaux : de récentes études montrent qu'il semblerait que la rupture du LCA soit plus fréquente chez la femme que chez l'homme et ceci serait dû à des facteurs hormonaux mais dont les mécanismes ne sont pas encore clairement identifiés ;
- Des facteurs biomécaniques musculaires : une faiblesse musculaire ou un déséquilibre musculaire entre les ischios jambiers et le quadriceps par exemple peuvent influencer sur le risque de rupture du LCA, il en est de même pour les défauts de sensibilité et/ou de proprioception qui compromettent la stabilité du genou.

Il existe également des facteurs de risque extrinsèques comme les facteurs environnementaux (qualité du sol, de la pelouse si synthétique ou non, météo etc.) ou bien le chaussage du sportif ou encore son régime alimentaire. [16]

#### 1.1.3.1 Mécanismes lésionnels

La rupture du LCA fait partie des lésions ligamentaires les plus courantes chez le sportif. En effet, bien qu'elle puisse survenir dans d'autres contextes, la pratique de certains sports

---

<sup>5</sup> *Valgus et varus* : Défaut d'axe d'un os, d'une articulation ou d'un segment de membre qui l'éloigne, dans le plan frontal, de l'axe médian du corps, *Dictionnaire médical de l'académie de Médecine, version 2020*. Un valgus du genou signifie que l'articulation passe en dedans de l'axe du membre inférieur, un varus de genou signifie que l'articulation passe en dehors de l'axe du membre inférieur.



expose le genou à plus de risques et favorise l'apparition de certains mécanismes, lesquels sont parfois pourvoyeurs de lésions voire de ruptures du LCA.

Ainsi les mécanismes lésionnels les plus répandus sont maintenant clairement identifiés. On retrouve la plupart du temps lors de la pratique de sports collectifs, des lésions du LCA sans contact [17], lors de changements de direction rapides, associés à une décélération, genou fléchi avec une composante de valgus ou de varus et rotation dynamique. C'est en général la combinaison des composantes de mouvement dans les trois plans de l'espace qui crée la rupture.

- Flexion, valgus et rotation médiale forcée : en effet, comme vu précédemment un des rôles du LCA étant de contrôler passivement la rotation médiale du genou en venant s'enrouler autour du LCP, la rotation médiale excessive ou forcée peut entraîner sa lésion voire sa rupture. Ce phénomène s'observe lorsque le genou est légèrement fléchi et que le pied est fixé au sol par des crampons par exemple ;
- Flexion, valgus et rotation latérale : il s'agit d'un mécanisme très répandu dans les milieux sportifs, il se produit souvent pied non fixé au sol ce qui augmente le nombre de situations dans lequel il peut se produire, c'est un mécanisme très traumatique pour le genou et est donc souvent associé à d'autres lésions méniscales, cartilagineuses ou du ligament collatéral latéral par exemple ;
- Flexion, varus et rotation interne : ce mouvement entraîne généralement une rupture du LCA selon le même mécanisme que dans le premier point. Il est très traumatique et entraîne souvent des lésions associées du plan externe comme des lésions du tractus ilio-tibial ou des contusions osseuses ;
- L'hyperflexion : lors de réception d'un saut par exemple, à partir de la position accroupie lorsque le sujet va se relever, la contraction explosive, rapide et violente du quadriceps entraîne une avancée soudaine et rapide de l'extrémité supérieure du tibia sous le fémur avec un étirement du LCA et parfois des lésions par impaction de la partie postérieure du plateau tibial ;
- L'hyperextension : lors d'un mouvement brutal d'hyperextension le pied étant libre, par exemple lors d'un shoot/tir au football, la lésion se fait de la même façon que dans le point précédent avec les mêmes lésions associées possibles.  
Dans les deux derniers mécanismes, le risque de rupture augmente s'il existe une contrainte supplémentaire en rotation médiale. [16]

#### 1.1.3.2 Diagnostic de rupture du LCA

Le diagnostic de la rupture du LCA se fait sur la base de :

- **L'interrogatoire** : il s'agit d'interroger le patient afin de savoir comment est survenu le l'incident, s'il s'agit d'une lésion à la suite d'un traumatisme d'un craquement ou d'un déroboement du genou et si l'on peut mettre en avant un des mécanismes lésionnels vus ci-dessus. [18]
  - Le craquement : le patient ressent un craquement et/ou une sensation de déchirure dans le genou. ;
  - Le déroboement : le patient ressent que le genou est « parti sur le côté et qu'il est revenu » ou bien qu'il a tourné.
- **Signes cliniques** : les signes cliniques les plus évocateurs d'une rupture du LCA sont :

- Le gonflement : rapidement après le traumatisme le genou se met à gonfler de façon importante à cause de la présence de sang dans l'articulation (hémarthrose) ;
- Une forte douleur ;
- Une sensation d'instabilité ;
- Une difficulté à tendre le genou ;
- Un blocage temporaire du genou ;
- Une grande difficulté voire une impossibilité à marcher.

Cependant, le diagnostic de rupture du LCA est clinique, de plus dans un premier temps une imagerie par résonance magnétique (IRM) n'est pas envisageable du fait de la présence de liquide dans le genou.[19]

- **L'examen clinique** : L'examen clinique est essentiel au diagnostic, il est comparatif et cherche à mettre en évidence la laxité du genou.
  - La manœuvre « test » par excellence est la **manœuvre de Lachman**. Cette manœuvre permet d'objectiver une translation/tiroir antérieur(e) du tibia sous le fémur, le genou étant fléchi à 20°, le thérapeute réalise un mouvement de tiroir antérieur, la présence d'un arrêt mou est pathognomonique<sup>6</sup> de la rupture du LCA. Cette manœuvre est toujours réalisable même sur un genou fraîchement traumatisé, elle est très spécifique et très sensible.
  - La **manœuvre du ressaut rotatoire** ou « **pivot shift** » peut également être effectuée sur un genou qui n'a pas été traumatisé récemment. Sur une laxité chronique il reproduit la sensation d'instabilité ressentie par le patient. Il s'agit pour le thérapeute de reproduire le mouvement de flexion, valgus et rotation médiale, lorsqu'il imprime ce mouvement sur le genou il ressent un ressaut en cas de rupture du ligament.
  - Enfin, le **test du tiroir antérieur** à 90° permet de mettre en évidence une globalisation de la laxité, cependant son absence ne signifie pas une absence de rupture du LCA.

Le bilan radiographique standard est souvent systématique. Il permet de rechercher d'éventuelles fractures notamment lors de l'impact du fémur sur le tibia ce qui peut causer une contusion voire une fracture de la partie postérieure du plateau tibial le plus souvent. Contrairement à la croyance commune l'IRM n'est pas systématique, elle permet surtout de rechercher d'éventuelles lésions associées méniscales, cartilagineuses ou osseuses et permet d'orienter la décision du chirurgien en faveur d'une chirurgie ou non.[20]

#### 1.1.4 Chirurgies du LCA

Le traitement chirurgical n'est pas toujours proposé, en effet il présente des avantages et des inconvénients par rapport au traitement fonctionnel. Le traitement fonctionnel consiste à compenser l'absence de LCA par les muscles en proposant un programme de rééducation centré essentiellement sur le travail musculaire des muscles stabilisateurs du genou et sur le travail de la proprioception du genou essentiellement. [18]

---

<sup>6</sup> *Pathognomonique* : Un signe est pathognomonique quand sa présence permet, à elle seule, d'affirmer le diagnostic d'une maladie, *Dictionnaire-médical.fr*.

	Avantages	Inconvénients
Traitement fonctionnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evite l'intervention chirurgicale</li> <li>• Pas de complication</li> <li>• Chirurgie toujours possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de réparation du LCA</li> <li>• Ne permet pas la reprise de tous les sports</li> <li>• Entretien musculaire important</li> </ul>
Traitement chirurgical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réparation du LCA</li> <li>• Permet la reprise de tous les sports</li> <li>• Traitement définitif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geste chirurgical avec risques opératoires</li> <li>• Complications possibles</li> <li>• Si échec, chirurgie de reprise complexe</li> </ul>

Cependant, de nombreux autres facteurs propres au patient doivent être pris en compte dans le choix du traitement :

- L'âge du patient : en effet, a été montré que l'instabilité du genou diminue avec l'augmentation de l'âge ;
- Les lésions associées : comme vu précédemment ; il peut exister des lésions associées qui peuvent orienter vers la décision de pratiquer un geste chirurgical ;
- Les activités du patient : un travail physique ou la pratique intensive d'un sport avec des sauts, des réceptions ou des contacts sont des indications de traitement chirurgical, la sédentarité est plutôt une indication de traitement fonctionnel.

Le choix du traitement se fait en se demandant si le genou du patient sera assez stable au vu de ses activités quotidiennes, professionnelles, loisir et sportives en optant pour le traitement fonctionnel. Cependant, le traitement chirurgical peut toujours être proposé dans un second temps. [18]

Selon les recommandations de la HAS, les chirurgies de ligamentoplasties du LCA se font préférentiellement par arthroscopie car ce mode opératoire permet le bilan complet de l'articulation pendant le temps opératoire, une plus grande rapidité des suites opératoires, une diminution de la morbidité (car pas de recours à l'anesthésie générale du patient entre autres) et une récupération plus rapide. [15] L'autogreffe est également privilégiée en raison du taux élevé de ruptures et de synovites liées à l'utilisation d'allogreffes et de ligaments synthétiques dans les années 1980.[21]

Parmi les différents types de chirurgies qui peuvent être proposés nous retrouvons de manière non exhaustive : [5]

- Le transplante os-tendon patellaire-os (OTO) ou technique de Kenneth-Jones (KJ) : qui nécessite le prélèvement du tiers médian de ce tendon. Les douleurs antérieures du genou sont cependant plus fréquentes avec ce type de transplante et les patients ayant une activité professionnelle nécessitant d'être à genou seront plutôt orientés vers un autre type de transplante
- Le transplante de tendons d'ischio-jambiers (TIJ) à 4 brins : Droit interne (Gracile) et demi tendineux (Semi-tendineux) dite technique DIDT ou DT4 (où le semi tendineux est replié en 4). Il s'agit d'une technique couramment utilisée. Selon l'HAS ces 2 techniques et le KJ ne montrent pas de différences significatives en termes de laxité et de résultat fonctionnel et sont donc recommandés à un grade A.
- La technique de Macintosh : c'est le tenseur du fascia-lata (TFL) qui est prélevé

- Le transplant du tendon quadricipital : qui est plutôt utilisé dans le cas de reprises chirurgicales.

Les deux dernières techniques sont moins employées. Dans certains cas, il est possible de faire un renfort latéral.

Parmi les critères qui permettent de juger de la qualité du transplant il y a principalement la résistance à la rupture et la rigidité de celui-ci.[21]

Ces paramètres sont dépendants de la surface de section du tendon et de l'âge du patient [22]. Des études ont montré que toutes les greffes tendineuses (hormis le TFL) ont une meilleure résistance à la rupture que celle d'un LCA natif au moment de leur implantation.[21]

À la suite de la greffe, le transplant tendineux va se modifier histologiquement parlant afin de se rapprocher de la composition d'un ligament, et ce en plusieurs phases :

- De 0 à 2 mois post opératoire : il est observé une phase de colonisation cellulaire du transplant ;
- De 2 à 12 mois : il s'agit de la phase de remodelage collagénique du transplant ;
- De 1 à 3 ans : il s'agit de la phase de maturation pour se rapprocher à terme histologiquement et biochimiquement d'un LCA natif [21].

Ces phases de modification du tendon (surtout la deuxième phase) sont des périodes durant lesquelles le tendon est particulièrement fragile, ce qui justifie la prudence et le découpage en phases de la rééducation et de la reprise du sport.

Dans les suites opératoires, en fonction des chirurgiens nous pourrions notamment retrouver ou non un drain, l'utilisation d'un système de pressothérapie-cryothérapie (type Game Ready®) ou non et généralement la présence d'une orthèse d'immobilisation du genou en extension (du type attelle de Zimmer).

### **1.1.5 Rééducation post-ligamentoplastie du LCA**

Les objectifs principaux de la rééducation sont la récupération de la mobilité et du contrôle actif musculaire ainsi que de la stabilité de l'articulation, cependant la rééducation est divisée en plusieurs étapes du fait notamment des suites chirurgicales.

Il existe un protocole classique de rééducation du LCA décrit par la HAS qui se décompose en 4 phases principales :

- La première phase débute à J+1 post-opératoire et se prolonge jusqu'à J+21 : les objectifs principaux de cette phase sont de pallier la douleur éventuelle du patient, de diminuer l'hydarthrose du genou, de lutter contre les éventuels hématomes, et d'acquies un verrouillage actif du genou en vue de la reprise de la marche. Au cours de cette phase le patient portera une orthèse/attelle d'extension du genou et se déplacera à l'aide de deux cannes anglaises, l'appui total sur le membre inférieur opéré étant autorisé dans la limite de la douleur ressentie par le patient et sous couvert du port strict de l'attelle. A la fin de cette phase, les agrafes ou points de suture seront retirés.
- La deuxième phase de J+21 à J+45 : les objectifs principaux sont ici le sevrage progressif des cannes et de l'attelle, la reprise progressive de l'appui puis de la marche, le gain articulaire et le réveil musculaire, notamment du quadriceps qui est très souvent sidéré dans les quelques jours qui suivent les chirurgies du membre inférieur. Durant ces deux

premières phases, les exercices en chaîne cinétique ouverte (CCO) contre résistance sont très contraindiqués pour ne pas mettre le greffon en tension. A la fin de cette phase, le patient doit avoir retrouvé un genou sec (c'est-à-dire sans hydarthrose), indolore, avec une flexion de 120° en actif et en passif et un bon contrôle musculaire de son genou.

- La troisième phase dure jusqu'au 4<sup>ème</sup> mois postopératoire : il s'agit de la phase de consolidation, le travail de proprioception peut être débuté, le renforcement des ischio-jambiers en co-contraction peut être augmenté avec prudence. C'est à la fin de cette phase que classiquement le premier test isocinétique sera effectué afin de vérifier la force musculaire des extenseurs et fléchisseurs du genou.
- La quatrième et dernière phase dure jusqu'au 6<sup>ème</sup> mois : il s'agit de la phase de réathlétisation, l'ancrage du transplant est acquis, il est cependant toujours en phase de transformation histologique. Le travail musculaire devient plus intense et plus fonctionnel en se rapprochant de plus en plus du geste technique et/ou sportif du patient. Le travail sur dynamomètre isocinétique est recommandé. C'est lors de cette phase que l'accord est généralement donné pour la reprise de la course à pied et pour d'autres sports sans pivots ni contacts.

En réalité, il existe autant de protocoles qu'il existe de chirurgiens et il doit être adapté en permanence au patient et au geste chirurgical qui a été effectué (en effet, le protocole pourra varier si les ménisques ont également été opérés par exemple), certaines phases pourront être légèrement raccourcies, d'autres devront être rallongées, mais dans l'ensemble la rééducation d'une ligamentoplastie du LCA suit grossièrement la trame décrite plus haut.

### 1.1.6 Enjeux et critères de reprise de l'activité sportive

La reprise de l'activité sportive est souvent l'enjeu principal de la rééducation post ligamentoplastie du LCA chez les sujets sportifs. Une étude multicentrique française sur la reprise du sport après ligamentoplastie du LCA chez les sportifs de pivot et pivot contact présentée lors du symposium de la Société Française de Traumatologie et du Sport (SFTS) de 2013 [23] avance que « [...] le retour au sport est fréquent après une reconstruction du LCA ». En effet, 88% des patients reprendraient une pratique sportive en postopératoire. Cependant,

le retour à une activité sportive au même niveau qu'avant l'opération serait plus rare, et représenterait seulement 38% des patients, 15% auraient même changé de discipline sportive et 8% auraient entièrement arrêté la pratique du sport. Parmi les causes de changement ou d'arrêt du sport avancées, plus de la moitié concernent des séquelles directes de la ligamentoplastie du LCA comme le montre le diagramme ci-contre.

Cette étude avance aussi que la validation de critères tels que la fonction, la laxité, et la force du genou ne seraient pas suffisants pour confirmer un retour au sport, selon eux, d'autres facteurs rentrent en jeu

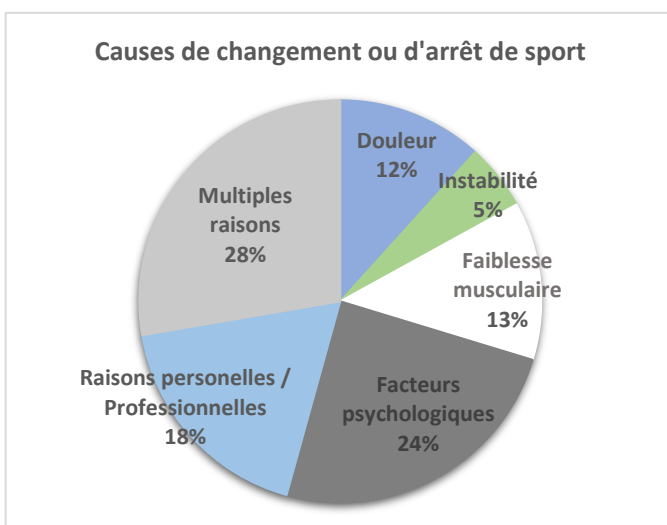


Figure 2: Diagramme des causes de changement ou d'arrêt de sport, schéma tiré du symposium de la SFTS

comme les facteurs psychologiques par exemple. D'autres articles suggèrent qu'en réalité la reprise du sport doit se faire en prenant en compte des critères multiples comme l'âge, le sexe, le sport pratiqué, le niveau sportif, le type d'intervention, la motivation (qui peut être évaluée par des questionnaires), les bilans cliniques (laxité, force musculaire, douleur, Lachman négatif, absence de ressaut rotatoire etc.) et les bilans fonctionnels.[24]

Le critère que nous avons décidé d'investiguer est la récupération de force musculaire, laquelle peut être évaluée de façon instrumentale par un test isocinétique qui reste le test instrumental le plus pratiqué ou bien par un test fonctionnel.

### 1.1.6.1 Test isocinétique

Le test isocinétique est réalisé par un dynamomètre isocinétique dont les marques les plus connues sont Contrex® ou encore Cybex®. Il permet de réaliser une évaluation objective, fiable et reproductible de la force musculaire du quadriceps et des ischio-jambiers. Le principe du dynamomètre isocinétique est de permettre au genou d'effectuer le mouvement (dans ce cas la flexion et l'extension de genou) à vitesse constante, c'est-à-dire qu'au cours du mouvement l'articulation se déplace toujours à la même vitesse appelée vitesse angulaire mesurée en degrés par seconde (deg/sec). Dans ce type de travail, la résistance exercée par la machine sur le genou est auto-adaptée à chaque instant à la force que le patient est capable de développer [25].

Avantages	Inconvénients
Sécurité	Coûts
Efficacité	Temps
Précision des mesures	Différences entre les appareils
Fiabilité	Pas d'analyse de la fonction de l'articulation
Reproductibilité (genou+++)	Pas d'analyse de la stabilité de l'articulation

Figure 3: Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients du test isocinétique [26].

Les données recueillies permettent de calculer le pic de couple ou couple de force maximum, c'est-à-dire la puissance<sup>7</sup> maximale du groupe musculaire testé, le travail total, le moment de force maximal, le coefficient de variation et le ratio entre les deux groupes musculaires testés. Ces données et notamment le ratio vont permettre de donner un avis sur la reprise ou non de la course à pied. Le ratio entre le membre inférieur sain et opéré, aussi appelé index de symétrie du membre inférieur (Limb Symmetry Index en anglais = LSI), est intéressant car il peut être comparé aux ratios obtenus lors de tests fonctionnels. Selon les auteurs, les dynamomètres et les sports pratiqués (s'il s'agit d'un sport asymétrique avec un côté dominant) le ratio attendu pour la reprise du sport est généralement de 80% minimum. Il est sensiblement similaire pour les tests fonctionnels. Le test isocinétique est considéré comme le gold standard ou étalon or pour l'évaluation de la force musculaire.

<sup>7</sup> La puissance est calculée comme suit : Puissance = force x vitesse.

Pour ce qui est du déroulement du test, à la suite d'un échauffement de 15 minutes sur vélo d'intérieur par exemple, le patient est installé sur le dynamomètre isocinétique, celui-ci est réglé de manière très précise afin de permettre la sécurité, la reproductibilité et la fiabilité du test. Il est invité à faire une session d'essai afin de se familiariser avec la machine, il peut donc ne pas effectuer cette session au maximum de ses capacités afin d'éviter une fatigue musculaire trop importante. Le test commence par l'évaluation du genou sain puis celle du genou opéré.

Classiquement, 3 séries sont effectuées : [26]

- **Concentrique :**
  - Vitesse lente : 60 deg/sec (3 répétitions) ;
  - Vitesse rapide : 240 deg/sec 5 répétitions pour tester le ratio mixte, 20 répétitions tester la fatigabilité/l'endurance musculaire.
- **Excentrique** : 30 deg/sec (3 répétitions)

Il arrive souvent de voir également une série à 180 deg/sec en mode concentrique.

Le test isocinétique reste cependant un acte coûteux, en effet, il faut compter 65,15€ pour l'acte « Mesure de la force, du travail et de la puissance musculaire de 1 ou 2 articulations, par dynamomètre informatisé et motorisé » (PEQP003) pris en charge par la sécurité sociale. De plus le dynamomètre en lui-même est également très onéreux, entre 60 000 et 100 000€ selon les marques et les options. Il faut ajouter à cela des coûts d'entretien et de formation à l'utilisation du dynamomètre.

Enfin, seuls les médecins peuvent coter un acte pour une évaluation isocinétique et poser un diagnostic à la suite de celui-ci, ainsi les kinésithérapeutes peuvent utiliser un dynamomètre mais ne peuvent pas coter un acte pour son utilisation ni poser de diagnostic. Ceci implique deux choses, l'achat d'un dynamomètre n'est pas très intéressant financièrement parlant pour un kinésithérapeute et il est obligé d'envoyer son patient chez un médecin pour effectuer ce test, ceci qui implique des coûts supplémentaires et une perte de temps.

#### 1.1.6.2 Tests fonctionnels

Une alternative possible pour éviter ces coûts et cette perte de temps et pour pouvoir tout de même avoir un suivi de l'évolution de la force musculaire du quadriceps et des ischio-jambiers pour le kinésithérapeute est de mettre en place un test fonctionnel. Il en existe de plus en plus, parmi les plus connus et les plus utilisés nous pouvons citer de façon non exhaustive le « single hop for distance test », le « triple hop test », le « cross-over hop test », le « 6m timed hop test », le « side hop test » ou encore le test de saut vertical. Nous avons décidé pour cette revue de choisir le « single hop for distance test » (SHDT) et/ou le « triple hop test » (THT) et/ou le « side hop test » (SHT) car ce sont les plus simples à mettre en œuvre et qu'ils ne nécessitent que très peu de matériel. En effet, le test de saut vertical requiert l'usage d'un outil tel qu'une application pour mesurer la hauteur du saut. A l'inverse, les 3 tests que nous avons sélectionnés ne requièrent que l'usage d'un système de marquage au sol (avec du ruban adhésif par exemple) et d'un chronomètre dans le cas du SHT. Ces tests sont donc très économiques et faciles à mettre en place par le kinésithérapeute. Enfin, ces tests possèdent une très bonne corrélation intra-classe avec un indice entre 0,85 à 0,97 ce qui leur confère une excellente fiabilité [27]. Ils ont été décrits de manière rigoureuse par *Noyes et al.*[28] en 1991 qui reste depuis la référence pour la réalisation de ces tests.

❖ Single hop for distance test :

Le patient place ses orteils sur la limite antérieure du marquage au sol, il se positionne sur un pied et effectue depuis cette position un saut vers l'avant, le plus loin possible. Pour que le test soit validé, la réception doit se faire sur un pied, sans ressaut ni chute, la réception doit être stable. La position du talon lors de la réception est marquée au sol et la distance entre le premier marquage et le second est mesurée en centimètres. Le patient effectue autant d'essais que nécessaires à obtenir 3 sauts validés, la moyenne des 3 sauts est calculée, et est comparée avec la moyenne du côté opéré afin d'obtenir l'index de symétrie des membres inférieurs.<sup>8</sup>



Figure 4: Schéma SHDT, schéma personnel

❖ Triple hop test :

Le principe est identique au test précédent à ceci près que l'on va demander au patient d'effectuer 3 sauts d'affilée sans ressaut ni chute.



Figure 5: Schéma THT, schéma personnel

Tout l'enjeu de cette revue de littérature réside donc dans le fait de réussir à savoir s'il était éventuellement possible de trouver une corrélation forte entre un ou des test(s) fonctionnel(s) et le test isocinétique. La finalité serait de remplacer ce test coûteux, laborieux à mettre en place et relevant de la sphère médicale, par un test fonctionnel rapide, économique, facile à mettre en place et qui pourrait être effectué par le kinésithérapeute dans le suivi de sa rééducation.

---

<sup>8</sup> L'index de symétrie des membres inférieurs (LSI) est calculé comme suit :  $LSI = \frac{Score\ genou\ opéré}{Score\ genou\ sain} \times 100$



## **2 Méthode**

Avant d'entamer notre revue nous devons établir notre protocole de recherche, c'est-à-dire la méthodologie que nous allons suivre.

### **2.1 Critères d'éligibilité**

#### **2.1.1 Type d'étude**

Pour cette revue nous avons décidé d'inclure des articles exposant des études transversales. En effet, notre question est de type diagnostique (clinimétrique) puisqu'elle vise à étudier les propriétés métrologiques et la validité d'un outil de mesure par rapport à un gold standard. Dans notre revue le gold standard est le test isocinétique et les tests évalués sont le SHDT et le THT. Les études transversales avec comparaison à un étalon or sont donc les schémas d'étude les plus adaptés [29].

#### **2.1.2 Population/pathologie**

Pour cette revue nous avons décidé de sélectionner tous les articles incluant une population ayant été opérée d'une ligamentoplastie du LCA et ayant passé un test isocinétique et un test fonctionnel pour la décision de retour au sport.

Nous excluons donc toutes les études pour lesquelles les patients n'ont pas été opérés d'une ligamentoplastie de genou ainsi que celles pour lequel le test fonctionnel ne nous paraît pas être pertinent (pour des raisons de difficultés de mise en place comme vu plus haut, ou car il est très peu utilisé en pratique courante). Dans l'idéal, nous souhaiterions inclure des études qui mettent en place le « single hop for distance test » et/ou le « triple hop test ».

#### **2.1.3 Interventions**

Dans le cas de notre revue, l'intervention sera l'ajout d'un test fonctionnel à la batterie de tests classiques effectués pour autoriser la reprise de l'activité sportive pour le patient. Tous les patients devront donc avoir fait un test isocinétique qui sera donc considéré comme le gold standard actuel pour la mesure de la récupération de force musculaire et un test fonctionnel dont les résultats seront comparés aux résultats du test isocinétique.

### **2.2 Objectifs/critères de jugement**

L'objectif de cette revue est de déterminer s'il existe une corrélation dans les résultats donnés par le test isocinétique et ceux donnés par le test fonctionnel en ce qui concerne la récupération de force musculaire. C'est-à-dire qu'un patient qui obtiendrait un très bon résultat au test isocinétique obtiendrait également un très bon résultat au test fonctionnel et inversement, un mauvais test isocinétique serait associé à un mauvais résultat au test fonctionnel.

Notre critère de jugement serait donc la corrélation des résultats à un certain intervalle de confiance près.

## 2.3 Méthodologie de recherche des études

### 2.3.1 Sources documentaires investiguées

Pour trouver les études à inclure dans cette revue de littérature nous avons investigué différentes bases de données :

- PubMed : il s'agit de la base de données bibliographiques la plus importante dans le domaine scientifique en plus particulièrement dans le domaine de la médecine et de la biologie. Certains articles sont disponibles dans leur version complète sinon l'abstract est disponible avec éventuellement un lien vers le site de l'éditeur de l'article. [30]
- Cochrane : il s'agit d'une bibliothèque reprenant plusieurs bases de données notamment dans le domaine de la santé et de la médecine. Les revues sont directement disponibles sur le site et leur validité interne est vérifiée et spécifiée.[31]
- PEDro : il s'agit également d'une base de données qui recense quasiment 50 000 essais, revues et recommandations cliniques en lien avec la physiothérapie. La qualité des études et notamment des essais cliniques randomisés est évaluée grâce à l'échelle de lecture PEDro qui permet de savoir rapidement la qualité et l'utilité d'une étude. [32]
- Clinical Trials : il s'agit d'un registre d'essais cliniques, il en détient plus de 329 000 qui proviennent de 209 pays différents. Il est géré par la Bibliothèque nationale de médecine des Etats Unis. [33]
- Bibliothèque Aix-Marseille Université (AMU) : via l'espace numérique de travail (ENT) qui nous est fourni par AMU au titre de notre année scolaire, nous avons accès aux différentes bibliothèques et aux ouvrages papiers qu'elles contiennent mais surtout aux travaux universitaires, tels que des thèses ou travaux de fin d'études. Il s'agit donc d'un moyen d'accéder à de la littérature grise.

Nous nous limiterons aux articles publiés en français et en anglais.

### 2.3.2 Equation de recherche utilisée

Pour déterminer notre équation de recherche nous avons dû mettre en évidence des mots clés et des synonymes utilisés dans la littérature scientifique. Nous avons classé les plus récurrents ci-après. Notre équation de recherche suit le modèle PICO (Population, Intervention, Comparaison, Outcome) nous avons donc classé les mots clés dans les catégories correspondantes.

	Mots-clés	Synonymes
<b>Population</b>	Anterior cruciate ligament reconstruction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anterior cruciate ligament surgery</li> <li>• ACLR</li> </ul>
<b>Intervention</b>	Functional test	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Functional tests</li> <li>• Functional performance</li> <li>• Functional method</li> <li>• Hop test</li> <li>• Hop tests</li> </ul>
<b>Comparateur</b>	Isokinetic test	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isokinetics</li> <li>• Isokinetic</li> </ul>
<b>Outcome</b>	Correlation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Association</li> <li>• Correlated</li> <li>• Correlation</li> <li>• Difference</li> <li>• Differences</li> </ul>

L'équation de recherche finale avec les opérateurs booléens adéquats est donc :

**(Anterior cruciate ligament reconstruction OR Anterior cruciate ligament surgery OR ACLR) AND (Functional test OR functional tests OR functional performance OR functional method OR hop test OR hop tests) AND (isokinetic test OR isokinetic OR isokinetics) AND (Correlation OR Correlated OR association OR difference OR differences)**

## 2.4 Extraction et analyse des données

### 2.4.1 Sélection des études

La sélection des études retenues pour cette revue se fera en plusieurs étapes :

- Nous ne sélectionnerons que les études datant de moins de 10 ans, donc depuis 2010.
- La suppression des doublons dans les différentes bases investiguées ;
- La lecture du titre des études : afin de vérifier que tous les termes de la recherche s'y trouvent bien et d'avoir un rapide aperçu du sujet traité par l'étude.
- La lecture des abstracts : bien qu'ils ne permettent pas de juger du risque de biais d'une étude, ils permettent d'en connaître le schéma et de voir si celui-ci est pertinent pour notre revue, sachant que nous souhaitons retenir des études transversales. L'abstract permet aussi de connaître le nombre de personnes incluses dans l'étude et leurs caractéristiques, ainsi qu'une partie des résultats.
- La lecture des articles : il s'agit de l'étape la plus longue, elle nécessitera l'utilisation d'une grille de lecture critique afin d'évaluer la qualité des études que nous aurons sélectionnées.

La lecture des articles permettra de voir si la population étudiée, les tests évalués et la mesure du critère de jugement correspondent aux critères d'inclusion que nous avons choisis pour notre revue, à savoir :

- P** { - Lésion du LCA opérée par ligamentoplastie
- Age < 45 ans
- Niveau d'activité sportive > 5 sur l'échelle de Lyshom et Tegner (Annexe 2)
- I** → - Test gold standard = test isocinétique
- C** → - Test évalué : single hop test for distance et/ ou triple hop test
- O** → - Critère de jugement mesuré par le coefficient de corrélation = coefficient de Pearson

### 2.4.2 Extraction des données

Afin de présenter de façon claire les données importantes mentionnées dans les études sélectionnées, nous avons fait le choix de les présenter sous la forme de tableau récapitulatif tel que dans l'exemple qui suit.

Méthode	Type d'étude (essai clinique, série de cas etc.)
<b>Population</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre</li> <li>• Age moyen</li> <li>• Ratio Homme/Femme</li> <li>• Critères d'inclusion</li> <li>• Critères d'exclusion</li> <li>• Caractéristiques du test isocinétique</li> </ul>	N= X X ans +/- Yans X/Y Quels critères d'inclusion ont été imposés ? Quels critères d'exclusions ont été appliqués ? Dynamomètre, mode de contraction, vitesses et répétitions
<b>Intervention</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type de test fonctionnel</li> </ul>	Single hop for distance, triple hop test ou side hop
<b>Critère de jugement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrélation</li> </ul>	La corrélation est-elle mise en avant dans l'étude ?
<b>Résultats</b>	Résultats présentés dans l'étude

Une fois que les principales données seront extraites, il nous faudra réaliser la lecture critique des articles afin de juger de la pertinence des articles et donc de décider si un article permet de manière certaine de valider ou d'invalider notre hypothèse :

- La taille d'effet (dans notre cas nous pourrions rechercher le coefficient de corrélation qui mesure la force d'association entre les deux tests que nous confrontons, c'est-à-dire si les résultats des tests sont vraiment similaires et non dus au hasard)

- L'homogénéité de la population (afin de savoir si l'hypothèse pourrait être extrapolée à une population plus générale)
- Les intervalles de confiance
- Le seuil de significativité (est-ce que la différence ou ressemblance entre les résultats obtenus aux tests est significative)

### **2.4.3 Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées**

La qualité méthodologique est la rigueur scientifique avec laquelle l'étude a été menée et les résultats ont été présentés. Elle peut être évaluée à l'aide d'une grille de lecture étalonnée, c'est-à-dire validée par la communauté scientifique. Ces grilles permettent généralement d'obtenir un score qui donne une indication sur la qualité méthodologique d'une étude. A chaque design d'étude correspond une grille de lecture, dans notre cas il s'agit de l'échelle QUADAS-2 (Annexe 1). En effet, « *L'étude diagnostique de validité est une étude transversale [...] qui va analyser l'association entre des mesures d'un test et d'une entité comparatrice (référence standard, événement à prédire, etc.). L'échelle de qualité méthodologique pour coter la validité interne de ce type d'étude est l'échelle QUADAS-2* »[34]. L'évaluation des études incluses dans notre revue nous permettra de discuter de la pertinence des résultats obtenus et d'en nuancer certains.

### **2.4.4 Méthode de synthèse des résultats**

Pour analyser les résultats nous devons déjà vérifier s'ils sont comparables, en effet si les mesures ne sont pas présentées dans la même unité ou si ce n'est pas le même index qui est présenté nous pourrions difficilement comparer les résultats. De plus si le critère de jugement principal c'est-à-dire le coefficient de corrélation n'est pas présenté, il sera également délicat de comparer les résultats et de valider ou invalider notre hypothèse.

### **2.4.5 Financement et conflits d'intérêt**

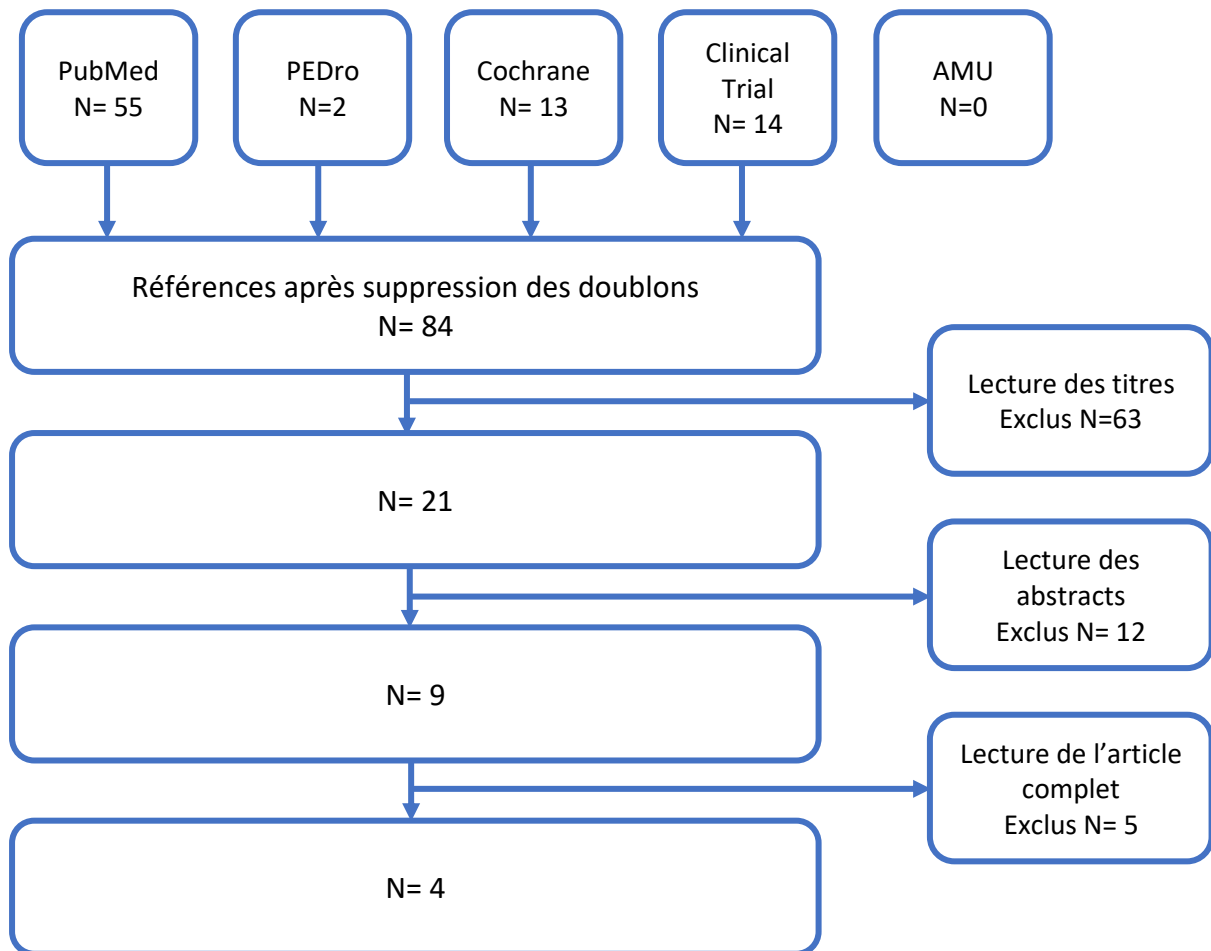
Nous déclarons n'avoir reçu pour cette revue aucun financement de quelque nature qu'il soit et n'avoir aucun lien d'intérêt.

### 3 Résultats

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Diagramme de flux

Le diagramme suivant permet d'exposer la façon dont les études ont été triées et sélectionnées et les différentes étapes d'inclusion et d'exclusion qui nous ont permis d'obtenir le nombre d'article final.



##### 3.1.2 Etudes exclues

###### 3.1.2.1 Exclues après lecture de l'abstract

Après lecture de l'abstract, plusieurs études ont été exclues car elles ne correspondaient pas aux critères d'inclusion retenus pour notre revue. Le tableau présenté en Annexe 3 résume ces exclusions.

###### 3.1.2.2 Exclues après lecture complète de l'article

A la suite de la lecture des articles sélectionnés nous avons dû en exclure de notre revue pour diverses raisons présentées dans le tableau en Annexe 4.

### 3.1.3 Etudes incluses

#### **FUNCTIONAL PERFORMANCE AND KNEE LAXITY IN NORMAL INDIVIDUALS AND IN INDIVIDUALS SUBMITTED TO ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION [35]**

RA. De Vasconcelos, D. Bevilaqua-Grossi, AC. Shimano, CA. Jansen Paccola, TF. Salvini, C. Lanatovits Prado, WA. Mello Junior, 2009.

<b>Nom donné dans notre revue</b>	De Vasconcelos <i>et al.</i>
<b>Méthode</b>	Etude transversale
<b>Population</b>	<p>N= 60 patients → 3 groupes : 20 pas de rupture du LCA (groupe contrôle = CG), 20 LCA opérés tendon patellaire (= PTG) et 20 LCA opérés tendons des ischios jambiers (=FTG)</p> <p>Sexe= non spécifié</p> <p>Age : CG= 24,95 (±5,18), PTG= 32,6 (± 7,76), FTG = 27,55 (±6,88), étendue totale : 18 à 45ans</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères d'inclusion CG= Aucune blessure du genou, absence de troubles neuromusculaires, différence de mesure de laxité &lt; 3mm. PTG et FTG= opération &gt; 6mois, absence d'inflammation, démarche normale, aucun trouble neuromusculaire, aucune sensation d'instabilité dans les AVQ.</li> <li>• Critères d'exclusion Lésions ligamentaires bilatérales, ligamentoplastie d'un ligament du genou, fractures du membre inférieur, ruptures associées d'autres ligaments, ostéoarthrite avancée de l'articulation tibio-fémorale ou fémoro-patellaire avec déformation visible de l'axe de l'articulation.</li> <li>• Caractéristiques du test isocinétique Biodex Multi-joint System 3 Pro, Conc 60°/s 2x 5rep et Conc 180°/s 2x 15 rep, de 0 à 90°, la première série est un entraînement, motivation et commande verbale de l'opérateur pendant le test</li> </ul>
<b>Intervention</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type de test fonctionnel Single hop for distance et triple hop test</li> </ul>
<b>Critère de jugement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrélation Coefficient de corrélation de Pearson</li> </ul>
<b>Résultats</b>	<p>Corrélation négative significative modérée entre le couple max ext à 60°/s et le LSI du SHDT dans les groupes CG et PTG et forte dans le groupe FTG, corrélation significative forte entre le couple de force max des extenseurs à 180°/s et le SHDT du groupe FTG, corrélation significative modérée entre le couple de force max des extenseurs à 60°/s et 180°/s et les THT du groupe FTG</p>

**HOP TESTS CAN RESULT IN HIGHER LIMB SYMMETRY INDEX VALUES THAN ISOKINETIC STRENGTH AND LEG PRESS TESTS IN PATIENTS FOLLOWING ACL RECONSTRUCTION[36]**

T. Nagai, ND. Schilaty, ER. Laskowski, TE. Hewett, 2019.

<b>Nom donné dans notre revue</b>	T.Nagai <i>et al.</i>
<b>Méthode</b>	Etude transversale
<b>Population</b>	<p>N= 26</p> <p>Age : 22,1 ans ± 9,1</p> <p>Sexe (H/F) : 11/15</p> <p>8,3 mois post opératoire ± 2,6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères d'inclusion</li> <li>• Critères d'exclusion</li> <li>• Caractéristiques du test isocinétique</li> </ul>
<b>Intervention</b>	Single hop for distance test et triple hop test
<b>Critère de jugement</b>	Coefficient de corrélation de Pearson
<b>Résultats</b>	Corrélation significative modérée entre les couples de force max des extenseurs à 180°/s et 300°/s et le SHDT et le THT



**SINGLE-LEG HOP TEST PERFORMANCE AND ISOKINETIC KNEE STRENGTH AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION IN ATHLETES [37]**

T. Sueyoshi, A. Nakahata, G. Emoto, T Yuasa, 2017

<b>Nom donné dans notre revue</b>	T.Sueyoshi <i>et al.</i>
<b>Méthode</b>	Etude transversale
<b>Population</b>	N= 29 athlètes universitaires Age : 16,1 ans ± 1,3 Sexe (H/F) : 12/17 26,4 semaines post opératoire ± 6,0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères d'inclusion</li> <li>• Critères d'exclusion</li> <li>• Caractéristiques du test isocinétique</li> </ul>	Rupture du LCA opérée par OTO (19) ou TIJ (10) Lésion du LCA au cours de l'activité sportive Retour au sport depuis l'opération  Antécédents de chirurgie de d'un des deux genoux ou ligamentoplastie bilatérale  NORM isokinetic machine (Cybex), 5 rep 180°/s et 5 rep 300°/s
<b>Intervention</b>	Single hop for distance test et triple hop test
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type de test fonctionnel</li> </ul>	
<b>Critère de jugement</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrélation</li> </ul>	Coefficient de corrélation de Pearson
<b>Résultats</b>	Pas de corrélation

**ASSOCIATION OF THE SINGLE-LIMB HOP TEST WITH ISOKINETIC, KINEMATIC, AND KINETIC ASYMMETRIES IN PATIENTS AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION [38][39]**

SA. Xergia, E. Pappas, AD. Georgoulis, 2014

<b>Nom donné dans notre revue</b>	SA. Xergia <i>et al.</i>
<b>Méthode</b>	Etude laboratoire contrôlée transversale
<b>Population</b>	<p>N= 22</p> <p>Age : 28,8 ans ± 11,2 (E<sup>9</sup>= 17,88 – 48,39)</p> <p>Sexe (H/F) : 22/0</p> <p>7,01 mois ± 0,93</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères d'inclusion</li> </ul> <p>Rupture isolée du LCA opérée par OTO Score au Tegner &gt; 4, avant chirurgie Me<sup>10</sup> = 7,5 (E= 6-9), après chirurgie Me= 5 (E= 4-7) et capable de faire un jogging sans genouillère</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Critères d'exclusion</li> </ul> <p>Antécédents de chirurgie d'un des deux genoux, troubles orthopédiques ou musculosquelettiques de la hanche ou de la cheville d'un des membres inférieurs, antécédents de blessures du genou controlatéral, du LCP, des ligaments collatéraux, lésion des ménisques de plus de 25% (Outerbridge III ou IV), complications après la ligamentoplastie du LCA, persistance d'une douleur anormale, gonflement, laxité lors de la translation antérieure &gt; 3mm par rapport au côté sain, affections cardio respiratoires, dysfonction de l'appareil vestibulaire, irritabilité de l'articulation fémoro-patellaire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques du test isocinétique</li> </ul> <p>BIODEX System III ; Biodex Medical Systems, de 0° à 90° d'amplitude, 1 série d'échauffement de 4 rep à 120°/s, 180°/s et 300°/s, et 1 série de test de 5 rep à 120°/s, 180°/s et 300°/s.</p>
<b>Intervention</b>	Single hop for distance test
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type de test fonctionnel</li> </ul>	
<b>Critère de jugement</b>	Coefficient de corrélation de Pearson
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrélation</li> </ul>	Avec : $r < 0,1$ = aucune corrélation, $0,1 < r < 0,3$ = faible corrélation, $0,3 < r < 0,5$ = corrélation modérée, $r > 0,5$ = forte corrélation
<b>Résultats</b>	Corrélation significative modérée entre les couples de force max des extenseurs et le SHDT à 120°/s et à 180°/s et corrélation négative modérée entre les couples de forces max des fléchisseurs et le SHDT à 180°/s

<sup>9</sup> E = Etendue

<sup>10</sup> Me = Médiane

## 3.2 Risque de biais dans les études incluses

### 3.2.1 Grille de lecture utilisée

Comme indiqué précédemment nous avons utilisé pour cette revue la grille de lecture QUADAS-2. Elle est composée de 2 catégories à savoir « risque de biais » et « préoccupations sur l'applicabilité », chacune de ces 2 catégories comporte 3 items « sélection des patients », « test évalué » et « test de référence ». La catégorie « risque de biais » comporte en plus un item « suivi et temporisation ».

### 3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

Pour évaluer la qualité métrologique des études incluses dans notre revue ainsi que le risque de biais potentiel de celles-ci nous avons répertorié les critères de l'échelle QUADAS-2 ainsi que leur validation ou non dans le tableau suivant.





























ETUDE	RISQUE DE BIAIS				PREOCCUPATIONS SUR L'APPLICABILITE		
	Sélection des patients	Test évalué (hop test)	Test de référence (test iso)	Suivi et Temporisation	Sélection des patients	Test évalué (hop test)	Test de référence (test iso)
RA. De Vasconcelos <i>et al.</i>							
T. Nagai <i>et al.</i>							
T. Sueyoshi <i>et al.</i>							
SA. Xergia <i>et al.</i>							

Figure 6: Synthèse des grilles QUADAS-2, schéma personnel

Risques :  = faible  = incertain  = élevé

« La QUADAS-2 est organisée en 4 domaines qui sont chacun évalués en termes de risque de biais et d'applicabilité clinique de la question de recherche [...]. Chaque domaine comprend une série de questions qui permettent de porter un jugement sur le risque de biais et l'applicabilité clinique. »[34]

Le biais est une cause de risque d'erreur dans les résultats d'une étude lié à la manière dont la méthode est menée.[40]

#### Risque de biais :

- *Sélection des patients* : Il s'agit ici de savoir si la méthode de sélection des patients a pu introduire un biais. L'échelle QUADAS nous invite à nous demander si l'échantillon de patient a été recruté de manière aléatoire, si un schéma d'étude type cas-témoin a pu être évité et si l'étude a évité des exclusions inappropriées. A la suite de cette

réflexion, nous pouvons déterminer si le risque que la sélection des patients ait introduit un biais est faible, incertain ou modéré.

- *Test évalué* : le but de cet item est de déterminer si la réalisation ou l'interprétation du test évalué, dans notre revue les hop tests, a pu introduire un biais dans l'étude. Les points soulevés par la grille de lecture sont de savoir si les résultats du test évalués ont été interprétés sans avoir connaissance des résultats du test de référence et si un seuil de décision a été utilisé et spécifié. A l'issue de ces questions nous pouvons évaluer si la réalisation ou l'interprétation du test évalué peut être la source d'un biais.
- *Test de référence* : dans cet item il faut évaluer si la réalisation ou l'interprétation du test de référence, dans notre revue le test isocinétique, a pu produire un biais. Pour cela, l'échelle nous demande de nous intéresser à la capacité du test de référence à identifier correctement la pathologie recherchée ainsi que de savoir si les résultats du test de référence ont été interprétés sans avoir connaissance des résultats du test évalué. Nous pouvons ensuite déterminer si cette étape a pu introduire un biais.
- *Suivi et temporisation* : Il s'agit dans le dernier item de cette catégorie de savoir si le suivi des patients a pu introduire un biais. Il faut pour cela évaluer si l'intervalle de temps entre la réalisation du test évalué et du test référence est approprié, si tous les patients ont reçu le test de référence, si tous les patients ont reçu le même test de référence et enfin si tous les patients ont été inclus dans l'étude. A l'issue de ces interrogations, nous pouvons évaluer si le suivi des patients a pu être à l'origine d'un biais.

Préoccupations sur l'applicabilité :

- *Sélection des patients* : ici nous devons évaluer s'il y a un risque faible, incertain ou élevé que les patients sélectionnés ne correspondent pas à la question de recherche.
- *Test évalué* : il s'agit de déterminer s'il existe une préoccupation quant au fait que le test évalué, dans sa réalisation ou interprétation, diffère de la question de recherche.
- *Test de référence* : dans ce dernier item nous devons nous demander s'il existe une préoccupation quant au fait que la pathologie telle qu'elle a été diagnostiquée par le test de référence diffère de celle de la question de recherche.

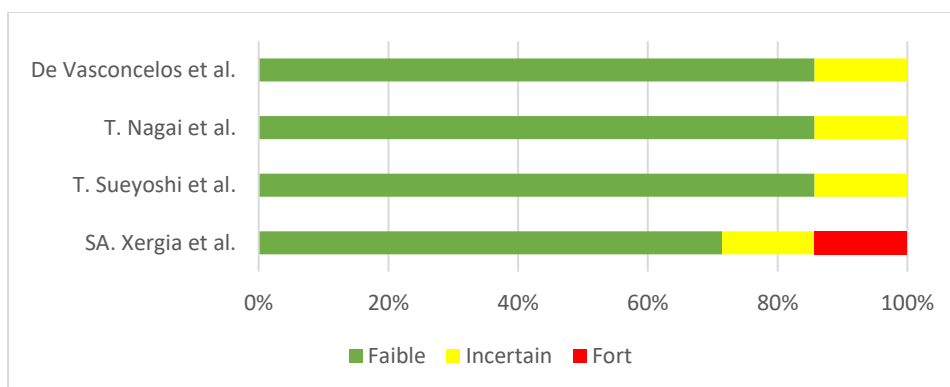


Figure 7: Synthèse des risques de biais de la revue, schéma personnel

### 3.3 Effet de l'intervention

#### 3.3.1 Rappels statistiques

##### 3.3.1.1 Coefficient de corrélation $r$

Le coefficient de corrélation de Pearson, noté  $r$ , est la mesure spécifique qui quantifie la force de la relation linéaire entre deux variables. Il compare la distance de chaque point de données depuis la moyenne de la variable afin d'indiquer dans quelle mesure la relation entre les variables suit une ligne imaginaire tracée dans les données, c'est-à-dire dans quelle mesure les deux variables évoluent vers la même tendance ou non. Il s'agit d'une valeur sans unité comprise entre 1 et  $-1$ . Plus  $r$  est proche de zéro plus la relation linéaire est faible. La significativité du coefficient de corrélation est indiquée par la valeur  $p$ .

Pour notre revue nous avons décidé de fixer des seuils de significativité statistique comme suit :

- Si  $r < 0,3$  ou  $r > -0,3$  → Absence de corrélation
- Si  $0,3 < r < 0,7$  ou  $-0,3 > r > -0,7$  → Corrélation modérée (positive ou négative)
- Si  $r > 0,7$  ou si  $r < -0,7$  → Corrélation forte (positive ou négative)

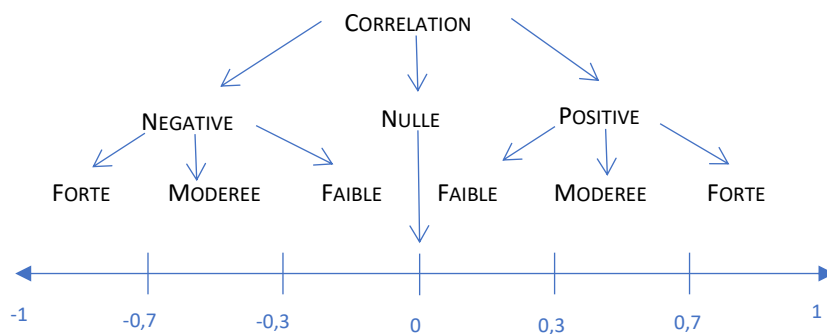


Figure 8: Seuil de corrélation, schéma personnel

##### 3.3.1.2 Valeur $p$

La valeur  $p$  exprime la probabilité que les résultats observés ne soient dus qu'au hasard (hypothèse nulle). Le seuil de rejet de l'hypothèse nulle généralement retenu est une valeur de  $p$  de 0,05, c'est-à-dire que la probabilité que les résultats observés ne soient dus qu'au hasard est de 5%. Dans notre cas, la valeur  $p$  indique si l'on peut ou non significativement conclure que le coefficient de corrélation de la population est différent de zéro d'après les observations de l'échantillon, ainsi :

- Si  $p > 0,05$  les résultats obtenus peuvent être dus au hasard et la corrélation observée n'est donc pas significative.
- Si  $p < 0,05$  alors les résultats obtenus ne sont probablement pas dus au hasard et la corrélation observée est significative.

Pour notre revue nous fixons la valeur de  $p$  à 0,05.

### 3.3.1.3 Intervalle de confiance IC

L'intervalle de confiance noté IC permet d'extrapoler les résultats d'une étude menée sur un échantillon de la population à la population totale cible.[41] Il donne deux valeurs limites entre lesquelles se situe le résultat de l'échantillon. En général l'IC fourni est un IC à 95%, ce qui signifie que le résultat que l'on aurait obtenu en réalisant l'étude sur la totalité de la population et non sur un échantillon (même représentatif) a 95% de chance de se situer dans cet intervalle. Dans notre cas, l'IC à 95% donnera les deux bornes entre lesquelles se situe le  $r$  de l'étude concernée si le résultat est statistiquement significatif et donc un ordre d'idée de la corrélation réelle que pourraient avoir nos 2 types de tests dans la population totale. Si les bornes sont très larges, il est possible que la borne inférieure se rapproche de zéro ce qui indiquerait donc qu'il existe une probabilité que la corrélation soit en réalité proche de zéro. Dans ce cas pour diminuer la taille de cet intervalle il faut tolérer une probabilité d'erreur plus importante comme 90% par exemple, le résultat dans la population réelle n'aurait donc plus que 90% de chance de se situer entre ces 2 bornes, mais les valeurs des bornes seraient plus resserrées autour de la valeur réelle. Pour notre revue, nous choisissons de calculer un intervalle de confiance à 95%.

L'intervalle de confiance à 95% pour les coefficients de corrélation de Pearson s'exprime comme suit :

$$\rho_{inf} = \frac{e^{2Z_{inf}-1}}{e^{2Z_{inf}+1}} \quad \rho_{sup} = \frac{e^{2Z_{sup}-1}}{e^{2Z_{sup}+1}}$$

Où :

$\rho_{inf}$  = Borne inférieure

$\rho_{sup}$  = Borne supérieure

$$Z_{inf} = 0,5 [\ln(1+r) - \ln(1-r)] - \frac{\alpha/2}{\sqrt{n-3}}$$

$$Z_{sup} = 0,5 [\ln(1+r) - \ln(1-r)] + \frac{\alpha/2}{\sqrt{n-3}}$$

$r$  = coefficient de corrélation de l'échantillon

$n$  = nombre de patients dans l'échantillon

$\alpha$  = erreur tolérée

### 3.3.2 Critère de jugement

Nous avons choisi comme critère de jugement pour cette revue la corrélation entre le test isocinétique et 2 tests fonctionnels. La corrélation est donnée par le coefficient de corrélation de Pearson  $r$ . Nous allons donc maintenant présenter les résultats obtenus par les différentes études que nous avons incluses.

➤ **De Vasconcelos et al. :**

Dans cette étude les résultats, c'est-à-dire les coefficients de corrélation, sont présentés pour des couples de force maximum des extenseurs et des fléchisseurs à des vitesses de test isocinétique de 60°/s et 180°/s avec le LSI du SHDT et du THT pour le côté opéré, c'est également la seule de nos études qui présente des résultats pour 3 groupes différents.

<b>De Vasconcelos et al.</b>						
<b>Test fonctionnel</b>			<b>Test isocinétique</b>			
			<b>Extenseurs</b>		<b>Fléchisseurs</b>	
			<b>60°/s</b>	<b>180°/s</b>	<b>60°/s</b>	<b>180°/s</b>
<b>LSI SHDT</b>	<b>CG</b>	<i>r</i>	<b>-0,53</b>	0,03	-0,31	0,08
		<i>p</i>	0,02	0,90	0,19	0,75
	<b>PTG</b>	<i>r</i>	<b>-0,43</b>	<b>-0,34</b>	0,06	0,06
		<i>p</i>	0,06	0,14	0,81	0,82
	<b>FTG</b>	<i>r</i>	<b>-0,90</b>	<b>-0,87</b>	-0,28	-0,07
		<i>p</i>	<0,001	<0,001	0,23	0,77
<b>LSI THT</b>	<b>CG</b>	<i>r</i>	-0,18	-0,04	0,12	0,10
		<i>p</i>	0,46	0,86	0,61	0,66
	<b>PTG</b>	<i>r</i>	-0,21	-0,32	0,04	-0,06
		<i>p</i>	0,38	0,17	0,86	0,82
	<b>FTG</b>	<i>r</i>	<b>-0,78</b>	<b>-0,78</b>	-0,31	-0,22
		<i>p</i>	<0,001	<0,001	0,18	0,35

SHDT= Single Hop for Distance Test, THT= Triple Hop Test, CG= Groupe Contrôle, PTG= Groupe opéré tendon patellaire, FTG= Groupe opéré tendon des ischio-jambiers.

Les résultats présentés en gras dans le tableau précédant sont les résultats qui présentent une corrélation modérée à forte avec une valeur de  $p < 0,05$ , ce sont donc des résultats significatifs et exploitables pour notre revue.

Nous pouvons donc voir dans cette étude que d'après les seuils que nous avons fixés il existe :

- Une corrélation négative modérée statistiquement significative entre le couple maximum de force des extenseurs à 60°/s le LSI du single hop for distance test dans les groupes contrôle (CG) ( $r = -0,53$  et IC = [-0,534; -0,425]) et tendon patellaire (PTG) ( $r = -0,43$  et IC = [-0,435; -0,425]) ainsi qu'une corrélation négative forte statistiquement significative pour les mêmes critères dans le groupe tendon des ischio-jambiers (FTG) ( $r = -0,90$  et IC = [-0,901; -0,899]). En d'autres termes, lorsque la force des extenseurs augmente, l'asymétrie retrouvée au test fonctionnel entre le genou sain et le genou opéré diminue et inversement.
- Une corrélation négative forte statistiquement significative entre le couple de force maximum des extenseurs à 180°/s et le LSI du single hop for distance test dans le groupe FTG ( $r = -0,87$  et IC = [-0,871; -0,869]) et modérée dans le groupe PTG ( $r = -0,34$  et IC = [-0,345; -0,335]).

- Une corrélation négative forte statistiquement significative entre le couple de force maximum des extenseurs à 60°/s et 180°/s et le LSI du triple hop test dans le groupe FTG ( $r=0,78$  et IC= [-0,782 ; -0,778]).
- Aucune corrélation entre le couple de force maximum des fléchisseurs et les tests fonctionnels.

➤ **T. Nagai et al. :**

Dans cette étude, les coefficients de corrélation sont présentés pour des couples de force maximum des extenseurs à des vitesses de test isocinétique de 60°/s, 180°/s et 300°/s avec la distance moyenne réalisée au SHDT et au THT. Les résultats sont présentés pour le côté lésé et pour le côté sain celui-ci peut donc être apparenté à un groupe contrôle.

<b>T. Nagai et al.</b>					
<b>Test fonctionnel</b>		<b>Test isocinétique</b>			
		Extenseurs			
		60°/s	180°/s	300°/s	
<b>Distance moyenne SHDT</b>	Côté sain	<i>r</i>	<b>0,50</b>	<b>0,38</b>	<b>0,33</b>
		<i>p</i>	<0,05	NP	NP
		IC	[0,496 ; 0,504]	[0,376 ; 0,384]	[0,325 ; 0,335]
	Côté opéré	<i>r</i>	<b>0,36</b>	<b>0,59</b>	<b>0,50</b>
		<i>p</i>	NP	<0,001	<0,05
		IC	[0,355 ; 0,365]	[0,587 ; 0,593]	[0,496 ; 0,504]
<b>Distance moyenne THT</b>	Côté sain	<i>r</i>	<b>0,58</b>	<b>0,40</b>	<b>0,60</b>
		<i>p</i>	<0,001	NP	<0,001
		IC	[0,577 ; 0,583]	[0,396 ; 0,404]	[0,597 ; 0,603]
	Côté opéré	<i>r</i>	<b>0,36</b>	<b>0,55</b>	<b>0,64</b>
		<i>p</i>	NP	<0,001	<0,001
		IC	[0,355 ; 0,365]	[0,546 ; 0,554]	[0,637 ; 0,643]

SHDT= Single Hop for Distance Test, THT= Triple Hop Test, NP= Non présenté

Nous pouvons donc voir dans cette étude que d'après les seuils que nous avons fixés il existe :

- Une corrélation positive modérée statistiquement significative entre le couple de force maximum des extenseurs à 60°/s, 180°/s et 300°/s et le SHDT et le THT du côté opéré. En d'autres termes, lorsque la force des extenseurs augmente, la longueur moyenne réalisée au SHDT et au THT augmente également et inversement.
- Une corrélation positive modérée statistiquement significative entre le couple de force maximum des extenseurs à 60°/s, 180°/s et 300°/s et le SHDT et le THT du côté sain.



➤ **T.Sueyoshi et al.**

Cette étude nous présente les coefficients de corrélation entre la puissance totale des extenseurs et des fléchisseurs ramenée au poids du corps à 180°/s et 300°/s et la distance moyenne réalisée au SHDT et au THT.

NB : Puissance = force x vitesse

<b>T.Sueyoshi et al.</b>						
<b>Test fonctionnel</b>			<b>Test isocinétique</b>			
			TWBW Fléchisseurs		TWBW Extenseurs	
			180°/s	300°/s	180°/s	300°/s
<b>Distance moyenne SHDT</b>	Côté opéré	r	<b>0,53</b>	*	<b>0,41</b>	*
		p	<0,05		<0,05	
		IC	[0,526 ; 0,534]		[0,406 ; 0,414]	
<b>Distance moyenne THT</b>	Côté opéré	r	<b>0,57</b>	<b>0,65</b>	<b>0,51</b>	<b>0,45</b>
		p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
		IC	[0,567 ; 0,573]	[0,647 ; 0,653]	[0,506 ; 0,514]	[0,446 ; 0,454]

SHDT= Single Hop for Distance Test, THT= Triple Hop Test, TWBW= Total Work/Body Weight = puissance/poids du corps, \*= Résultats non présentés par l'auteur car  $r < 0,4$

Nous pouvons donc voir dans cette étude que d'après les seuils que nous avons fixés il existe :

- Une corrélation positive modérée statistiquement significative entre le TWBW des extenseurs à des vitesses de test isocinétique de 180°/s et la distance moyenne au SHDT, et entre le TWBW des extenseurs à des vitesses de test isocinétique de 180°/s et 300°/s et la distance moyenne au THT. En d'autres termes, plus la puissance développée par les extenseurs au test isocinétique augmente, plus la distance moyenne réalisée aux hop test augmente et inversement.
- Une corrélation positive modérée statistiquement significative entre le TWBW des fléchisseurs à des vitesses de test isocinétique de 180°/s et la distance moyenne au SHDT et entre le TWBW à 180°/s et 300°/s et la distance moyenne au THT.

➤ **SA. Xergia et al.**

Cette étude nous présente les coefficients de corrélation entre le LSI des extenseurs à des vitesses de test isocinétique de 120°/s, 180°/s et 300°/s et le LSI du SHDT.

SA. Xergia et al.					
Test fonctionnel		Test isocinétique			
		LSI extenseurs**			
		120°/s	180°/s	300°/s	
LSI SHDT*	Côté opéré	r	<b>0,372</b>	<b>0,376</b>	0,287
		p	0,044	0,042	0,097
		IC	[0,368 ; 0,376]	[0,372; 0,380]	[0,282 ; 0,291]

SHDT= Single Hop for Distance Test,

\* LSI SHDT= Résultat au SDHT (côté opéré/côté sain) x100 = asymétrie

\*\* LSI extenseurs = (couple de force max ext côté opéré/ couple de force max ext côté sain) x100

Nous pouvons donc voir dans cette étude que d'après les seuils que nous avons fixés il existe :

- Une corrélation positive modérée statistiquement significative entre le LSI des extenseurs à 120°/s et 180°/s et le LSI du SHDT. En d'autres termes, plus l'asymétrie entre les extenseurs (c'est-à-dire la différence de force musculaire entre le côté sain et le côté opéré) testé par isocinétisme augmente plus l'asymétrie entre les extenseurs du côté sain et du côté opéré testé par le single hop test (c'est-à-dire la différence de longueur sautée) augmente et inversement. Par extrapolation, plus le couple de force maximum des extenseurs augmente, plus l'asymétrie (LSI) retrouvée au SHDT diminue et inversement.

### 3.3.3 Synthèse des résultats de la revue

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus lors de cette revue de littérature

Etude	SHDT	THT
<b>De Vasconcelos et al.</b>	Corrélation négative modérée entre le $PT_{ext}$ 60°/s et le LSI du groupe CG et du groupe PTG	Corrélation négative forte entre le $PT_{ext}$ 60°/ et le $PT_{ext}$ 180°/s et le LSI du groupe FTG
	Corrélation négative forte entre le $PT_{ext}$ 60°/s et le LSI du groupe FTG	
	Corrélation négative forte entre le $PT_{ext}$ 180°/s et le LSI du groupe FTG	
	Corrélation négative modérée entre le $PT_{ext}$ 180°/s et le LSI du groupe PTG	
<b>T. Nagai et al.</b>	Corrélation positive modérée entre le $PT_{ext}$ 60°/s, le $PT_{ext}$ 180°/s et le $PT_{ext}$ 300°/s et la distance moyenne au SDHT du côté opéré	Corrélation positive modérée entre le $PT_{ext}$ 60°/s, le $PT_{ext}$ 180°/s et le $PT_{ext}$ 300°/s et la distance moyenne au THT du côté opéré
	Corrélation positive modérée entre le $PT_{ext}$ 60°/s, le $PT_{ext}$ 180°/s et le $PT_{ext}$ 300°/s et la distance moyenne au SDHT du côté sain	Corrélation positive modérée entre le $PT_{ext}$ 60°/s, le $PT_{ext}$ 180°/s et le $PT_{ext}$ 300°/s et la distance moyenne au THT du côté sain
<b>T. Sueyoshi et al.</b>	Corrélation positive modérée entre le $TWBW_{ext}$ 180°/s et la distance moyenne au SHDT	Corrélation positive modérée entre le $TWBW_{ext}$ 180°/s et $TWBW_{ext}$ 300°/s et la distance moyenne au THT
	Corrélation positive modérée entre le $TWBW_{flex}$ 180°/s et la distance moyenne au SHDT	Corrélation positive modérée entre le $TWBW_{flex}$ 180°/s et $TWBW_{flex}$ 300°/s et la distance moyenne au THT
<b>SA. Xergia et</b>	Corrélation positive modérée entre $LSI_{ext}$ à 120°/s et 180°/s et le LSI du SHDT	

$PT_{ext}$ = Couple de force maximum des extenseurs,  $TWBW_{ext}$ = Total Work/Body Weight = Puissance totale des extenseurs /poids du corps,  $TWBW_{flex}$ = Total Work/Body Weight = Puissance totale des fléchisseurs/poids du corps,  $LSI_{ext}$ = Indice de symétrie des extenseurs

Les résultats des études retenues pour cette revue n'étant pas présentés dans les mêmes unités et au vu de l'impossibilité de faire les conversions et/ou les calculs car les tableaux de contingence ne sont pas fournis, nous ne pourrons pas effectuer la méta-analyse de ces revues. Ainsi, nous réaliserons donc une analyse descriptive de ces résultats.

## 4 Discussion

Cette revue de littérature regroupe 4 études transversales qui traitent de la corrélation entre le test isocinétique et les tests fonctionnels single hop for distance test et triple hop test chez les patients jeunes et sportifs opérés d'une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur du genou.

Historiquement, le test isocinétique reste *le* test de référence, le gold standard en ce qui concerne l'évaluation de la récupération de la force musculaire des fléchisseurs mais surtout des extenseurs de genou lors du retour au sport après ligamentoplastie du LCA et ce quelle que soit la technique chirurgicale employée. Il s'agit d'un outil qui a été validé, avec une excellente reproductibilité intra et inter opérateur grâce notamment à l'étalonnage de ses nombreux paramètres qui est très précisément décrit.

Cependant depuis quelques années certains praticiens (médecins et kinésithérapeutes notamment) tendent à remettre en cause ce dogme. En effet, d'une part certains estiment que le test isocinétique étant un test réalisé en chaîne cinétique ouverte, il ne reflète aucunement une récupération musculaire des muscles du membre inférieur dans son rôle fonctionnel. Ils avancent aussi que la force musculaire pure évaluée en CCO ne peut permettre à elle seule de préjuger de la récupération post opératoire et *a fortiori* du retour au sport. De plus, certains critiquent également le fait que la contraction de type isocinétique ne soit une contraction que très rarement retrouvée physiologiquement et dans le contexte de l'activité sportive classique. D'autre part, le dynamomètre isocinétique reste un appareil extrêmement coûteux de même que la formation des opérateurs, il s'agit donc d'un test qui d'un point de vue économique est très cher.

Une des alternatives fréquemment évoquées est la batterie de tests fonctionnels, des auto-questionnaires et des mesures objectives de la laxité ligamentaire. Dans cette revue nous nous sommes intéressés au single hop for distance test et au triple hop test car, d'une part, ce sont tous les deux des tests fonctionnels validés avec une très bonne reproductibilité inter et intra opérateur et d'autre part du fait de leur simplicité de mise en œuvre et de leur faible coût économique ils représentent une alternative pertinente et envisageable au test isocinétique.

En confrontant ainsi ces deux visions nous nous sommes donc interrogés sur l'existence d'une possible corrélation entre ces deux types de tests afin d'éventuellement pouvoir privilégier un test fonctionnel moins onéreux et plus simple à mettre en place en pratique courante mais qui permettrait cependant de donner des informations pertinentes sur la récupération musculaire des muscles du membre inférieur.

A la lumière des données actuelles de la science et des pratiques courantes des professionnels de santé, il semble manifeste que la configuration idéale serait une combinaison de tous ces bilans cliniques, fonctionnels, isocinétique, psychologique et questionnaires. Cependant en raison de problématiques économiques ou de temps, le thérapeute se voit parfois dans l'obligation de faire un choix parmi ces différents bilans. Le but de cette revue était donc de proposer une réponse à la question de la corrélation entre le test isocinétique et les hop tests et ainsi proposer un outil validé pour répondre à la question de la reprise du sport en pratique

courante lorsque le praticien n'a pas les moyens économiques et/ou temporels de faire passer un test isocinétique à son patient.

#### 4.1 Analyse des principaux résultats

Pour ce qui est de notre hypothèse de départ à savoir la question de la corrélation entre les résultats du test isocinétique et ceux des tests fonctionnels, il semblerait que les résultats de notre revue tendent à montrer qu'il existe une certaine corrélation entre ces deux types de tests. En effet la totalité de nos études retrouve une corrélation entre la force musculaire des extenseurs et les résultats obtenus au SHDT et au THT.

La vitesse pour laquelle des corrélations sont le plus souvent retrouvées est 180°/s sur les extenseurs, vitesse pour laquelle des corrélations modérées à fortes sont retrouvées dans toutes nos études à la fois avec le SHDT et le THT. Ainsi il semblerait que le résultat du test isocinétique des extenseur du genou à 180°/s soit corrélé aux résultats obtenus au SHDT et au THT.

Pour ce qui est des autres vitesses angulaires, les résultats sont plus disparates. Tout d'abord à 60°/s, les résultats de l'étude de **De Vasconcelos et al.** nous présentent une corrélation modérée à forte ( $-0,43 < r < -0,90$ ) du test isocinétique des extenseurs avec le LSI du SHDT pour tous les groupes ainsi qu'une corrélation forte de ce même test isocinétique des extenseurs avec le THT mais uniquement pour le groupe opéré par transplant des ischios jambiers ( $r = -0,78$ ), les coefficients de corrélation des deux autres groupes étant inférieurs à -0,3 avec des valeurs de p statistiquement non significatives. Le travail de **T. Nagai et al.** qui investigate lui aussi la vitesse angulaire de 60°/s retrouve pour sa part une corrélation modérée ( $0,36 < r < 0,58$ ) entre le test isocinétique et le SHDT et le THT du côté sain et du côté opéré. Il faut cependant relever que le coefficient de corrélation retrouvé est plus faible pour les deux tests fonctionnels ( $r = 0,36$ ) du côté opéré.

La vitesse angulaire de 120°/s n'est testée que dans une seule de nos études (**SA. Xergia et al.**) qui retrouve une corrélation modérée selon nos critères mais avec une valeur chiffrée qui reste très faible ( $r = 0,372$ ).

Enfin, la vitesse angulaire de 300°/s est celle qui présente les résultats les plus inconstants. Dans l'étude de **T. Nagai et al.** les résultats présentés retrouvent une corrélation modérée ( $0,33 < r < 0,64$ ) entre le test isocinétique des extenseurs à 300°/s et les SHDT et le THT du côté sains ainsi que du côté opéré. A l'inverse, le travail de **SA. Xergia et al.** ne retrouve aucune corrélation entre le test isocinétique à 300°/s et le SHDT ( $r = 0,287$ ). Enfin, l'étude de **T. Sueyoshi et al.** retrouve une corrélation modérée ( $0,41 < r < 0,53$ ) entre le teste isocinétique à 300°/s des fléchisseurs et des extenseur et le SHDT, il ne retrouve en revanche aucune corrélation entre ces mêmes tests isocinétiques et THT.

Toutefois, nous pouvons émettre quelques critiques concernant ces conclusions.

Premièrement, nous n'avons que peu de résultats en faveur d'une corrélation forte entre les tests investigués. Dans l'étude de **De Vasconcelos et al.** nous retrouvons des corrélations fortes ( $r > 0,7$ ) entre le couple de force maximum des extenseurs à 60°/s et 180°/s et les LSI du SDHT et du THT pour le groupe opéré par transplant des ischios-jambiers avec des

valeurs de  $p$  et des intervalles de confiance qui rendent ces résultats statistiquement significatifs. Néanmoins nos autres études ne retrouvent qu'une corrélation modérée ( $0,3 < r < 0,7$ ) entre les deux tests comparés, ou parfois même très modérée comme c'est le cas dans l'étude de **SA. Xergia et al.** dans laquelle les coefficients de corrélation restent inférieurs à 0,4. Ainsi, bien que les résultats semblent être en faveur d'une corrélation entre ces deux types de tests, il est difficile au regard des données chiffrées obtenues d'affirmer que cette relation de corrélation est de nature forte et que les résultats de ces tests sont fortement liés.

Deuxièmement, en ce qui concerne les tests comparés certains points méritent d'être soulignés et nuancés. D'une part, les résultats des études ne sont pas toujours donnés dans les mêmes unités, ainsi certaines prennent le couple maximal de force du groupe musculaire (peak torque) alors que d'autres prennent l'index de symétrie (LSI) ou encore le travail total ramené au poids du corps, c'est-à-dire une mesure de la puissance du groupe musculaire. Bien que ces mesures reflètent sensiblement le même critère (à savoir la récupération du groupe musculaire concerné), elles ne sont pas données dans la même unité, ce qui, fondamentalement ne les rend pas parfaitement comparables d'un point de vue mathématique. Il en est de même pour les résultats au SHDT et au THT qui sont parfois donnés en calculant la distance moyenne effectuée et parfois en calculant un LSI, bien qu'il faille signaler que leur mise en œuvre dans les études que nous avons sélectionnées reste conforme à ce qui est décrit dans la littérature notamment par Noyes *et al.* [28]. Il nous faut enfin souligner qu'une des limites des tests fonctionnels tels que les hop tests est qu'ils ne présentent pas de valeur chiffrée de la force développée par les groupes musculaires du membre inférieur. En effet, ils permettent seulement de refléter une asymétrie entre le côté sain et le côté opéré, ainsi l'évaluation devient problématique dans les cas de lésions bilatérales.

De plus, malgré la très bonne reproductibilité du test isocinétique et de son strict protocole de mise en œuvre, ainsi que le respect de celui-ci dans nos études, celles-ci ne présentent pas toujours les mêmes vitesses angulaires. Nous avons vu précédemment que certaines corrélations existant à une vitesse donnée dans une des études ne sont pas nécessairement retrouvées dans une autre pour la même vitesse angulaire. C'est le cas par exemple dans l'étude de **T. Nagai et al.** qui retrouve une corrélation modérée entre le couple de force maximum des extenseurs à  $300^\circ/s$  et la distance moyenne effectuée au SHDT et au THT et ce pour le côté sain ainsi que pour le côté opéré. Ce résultat n'est pas retrouvé pour la même vitesse angulaire dans les études de **SA. Xergia et al.** et de **T. Sueyoshi et al** ou aucune corrélation n'est démontrée avec respectivement le SDHT et THT. Cette hétérogénéité des résultats peut donc nous amener à nous interroger sur l'influence de la vitesse angulaire réalisée lors du test isocinétique.

Enfin, deux de nos études n'investiguent pas la corrélation entre le test isocinétique des fléchisseurs de genou et les résultats aux tests fonctionnels, or ce groupe musculaire reste un groupe moteur du genou fondamental et sa récupération musculaire ne devrait pas être négligée d'autant plus si la technique chirurgicale employée implique de prélever un des muscles ischio-jambiers dans les techniques DIDT ou DT4 par exemple. C'est le cas dans l'étude de **T. Nagai et al.** dans laquelle les résultats obtenus pour le groupe musculaire des fléchisseurs n'a pas été investigué et/ou présenté dans les résultats.

En définitive, nous pouvons avancer au vu de ces analyses que la plupart de nos études manquent d'exhaustivité quant aux différents paramètres investigués et/ou présentés. Des études investiguant à la fois la force, la puissance et le LSI de tous les groupes musculaires, dans une plus grande gamme de vitesses angulaires et les comparant à la fois à la distance moyenne et au LSI des tests fonctionnels seraient un modèle plus complet et donc probablement plus juste et pertinent.

Troisièmement, pour ce qui est résultats obtenus dans cette revue non pas sur le fond mais plutôt sur la forme, certains aspects peuvent également être débattus et/ou remis en perspective. Nous avons vu précédemment que nos études étaient dans l'ensemble bien conduites et présentaient peu de risques de biais (*cf. 3.2.2. Synthèse des biais retrouvés*). Nous en avons cependant trouvé quelques-uns qui méritent d'être soulignés.

Le risque de biais le plus important provient de la sélection des patients. D'une part, dans la totalité de nos études la taille de l'échantillon investigué ne dépasse pas les 29 sujets ce qui est peu si on l'on considère l'incidence et la prévalence de la ligamentoplastie du LCA. De plus, la sélection des sujets n'a été faite aléatoirement dans aucune de nos études ce qui permet théoriquement de maintenir la représentativité de l'échantillon par rapport à la population cible. Par ailleurs, les études de **De Vasconcelos et al.** et de **T. Nagai et al.** ont été menées sous la forme d'une étude de type cas/témoins. Ceci représente un risque de biais. En effet, les chercheurs essaient généralement d'éviter ce type de design dans les études diagnostiques car il semblerait que les performances d'un test diagnostique soient surévaluées dans les études de ce type [42]. Enfin, le travail de **SA. Xergia et al.** présente un très grand nombre de critères d'exclusion de ses sujets dont certains semblent inappropriés. Ceci génère un risque de biais conséquent qui met également en jeu l'applicabilité de ses résultats à la population cible. Cependant, les autres risques de biais objectivés par notre grille de lecture sont faibles. En effet, le test isocinétique et les tests fonctionnels que nous avons choisis sont très bien décrits, ainsi leur réalisation et leur interprétation est très similaire voire identique et ceux-ci ne risquent pas de différer lorsqu'ils seront appliqués à la population cible. Enfin, le biais de suivi et de temporisation est également très faible dans la totalité de nos études, en effet, il n'y a aucun sujet perdu de vue, le suivi des sujets n'a donc pas de risque d'introduire un biais.

Concernant les risques de biais non-objectivités par notre grille de lecture nous pouvons notamment relever l'hétérogénéité dans certains échantillons de nos études. L'étude de **SA. Xergia et al.** par exemple a sélectionné un échantillon composé uniquement de sujet masculins. Les auteurs justifient ceci par le fait que les femmes auraient intrinsèquement une masse et une force musculaire inférieures à celle des hommes et que des facteurs hormonaux plus nombreux entrent en jeu chez ces sujets. L'étude de **De Vasconcelos et al.** elle ne présente pas du tout le ratio d'hommes et de femmes inclus dans leur recherche, de plus l'étendue d'âge varie de 18 à 45 ans, ce qui sur un échantillon aussi faible, n'est pas négligeable. Enfin, toutes les études que nous avons incluses ne tolèrent pas les mêmes pathologies associées. Ce manque d'homogénéité dans le profil des sujets inclus dans les échantillons peut soulever la question de l'applicabilité des résultats obtenus dans la population cible.

Dernièrement, nous nous devons également de souligner le faible nombre d'études incluses dans notre revue. En effet, nous avons déterminé des critères de sélection des études très précis lors de la réalisation de notre équation de recherche, nous n'avons choisi que 2 tests

fonctionnels simples à mettre en place et nous n'avons sélectionné que les études datant de moins de 10 ans afin d'avoir les données les plus récentes possibles. Ceci peut donc expliquer le faible nombre d'études présentées dans notre revue. En raison de ce faible nombre d'études incluses, il nous est également impossible d'évaluer le risque de biais de publication ( $n < 10$  études).

## 4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Tout l'enjeu d'une revue de littérature réside dans le fait de savoir si les résultats qui s'en dégagent, aussi qualitatifs soient-ils, peuvent être appliqués de manière concrète en pratique clinique. Pour cela il nous faut prendre en compte la significativité clinique et non statistique de nos résultats ainsi que des critères plus concrets (économiques, effets secondaires, mise en œuvre etc.)

En ce qui concerne l'applicabilité à la population cible, notre revue regroupe dans ses 4 études 117 sujets (sans les groupes contrôle) pour lesquels les critères de sélection choisis étaient pour rappel :

- Lésion du LCA opérée par ligamentoplastie
- Age < 45 ans
- Niveau d'activité sportive > 5 sur l'échelle de Lyshom et Tegner.

Ces critères étaient tous présents dans les études incluses dans notre revue. Nous pouvons donc estimer que les résultats de notre revue sont applicables à la population cible, à savoir les jeunes sportifs opérés de ligamentoplastie du LCA.

Ensuite, nous pouvons nous demander si nos résultats en plus d'être statistiquement significatifs, sont également cliniquement significatifs, c'est-à-dire si leur importance est assez grande pour engendrer un changement dans la pratique courante et modifier des protocoles déjà établis.

Dans notre cas, comme nous l'avons vu précédemment, bien que la tendance de nos résultats soit encourageante et semble montrer une certaine association entre le test isocinétique et les tests fonctionnels, nous avons vu que peu de valeurs chiffrées sont en faveur d'une corrélation forte entre ces deux types de tests. Il paraît donc précipité d'affirmer que le test isocinétique puisse être entièrement remplacé par les hop tests. Cependant, dans l'attente du test isocinétique ou dans l'impossibilité complète de réaliser celui-ci, rien ne semble démontrer que les hop tests ne puissent pas être une alternative envisageable afin de donner au patient l'autorisation de reprendre le sport. En effet, les hop tests sont très simples à mettre en œuvre et très économiques puisqu'ils ne nécessitent que très peu de matériel (un rouleau de bande adhésive, un mètre ruban, une calculatrice et de l'espace) et pas de formation particulière du thérapeute. Enfin, en termes de temps, il ne semble qu'aucun des tests ne soit réellement beaucoup plus long à mettre en place. Les hop tests peuvent même être plus rapides à effectuer si les marquages au sol sont déjà effectués, là où la mise en place du test isocinétique peut prendre du temps du fait de l'installation très précise du patient, du changement de l'installation pour tester l'autre genou et de la familiarisation avec le dynamomètre, sans prendre en compte les soucis techniques qui peuvent survenir de manière impromptue (coupure de courant, souci intrinsèque au dynamomètre, erreur de paramétrage etc.).

De plus, le fait de faire passer une batterie de hop tests à un patient ne présente pas de risque d'effets secondaires ni de mise en danger particulière, le travail en proprioception



unipodale ayant normalement été repris dans le protocole de rééducation avant de s'interroger sur la question de reprise du sport. Le thérapeute semble être à même de pouvoir déterminer si son patient est capable d'effectuer une série de quelques sauts au même titre qu'il est capable de déterminer s'il peut passer un test isocinétique qui s'effectue en CCO.

En conclusion, les hop tests ne sont ni dangereux ni contraignants que ce soit pour le patient ou pour le thérapeute, toutefois des études complémentaires permettraient de déterminer s'ils peuvent pleinement se substituer au test isocinétique.

### 4.3 Qualité des preuves

#### 4.3.1 Système de gradation de la HAS

La HAS définit le niveau de preuve d'une étude comme la « *capacité de l'étude à répondre à la question posée* » [43].

Le niveau de preuve des études incluses dans une revue de littérature permet de lui attribuer une gradation A, B ou C.

Il se détermine grâce aux critères suivants :

- L'adéquation du protocole d'étude à la question posée [29]
- L'existence ou non de biais importants dans la réalisation
- L'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude
- La puissance de l'étude et en particulier la taille de l'échantillon.

Nous pouvons ensuite classer le niveau de preuve d'une étude comme présenté dans le tableau suivant :

**Tableau 1. Classification générale du niveau de preuve d'une étude**

Niveau de preuve	Description
Fort	- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; - la réalisation est effectuée sans biais majeur ; - l'analyse statistique est adaptée aux objectifs ; - la puissance est suffisante.
Intermédiaire	- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; - puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance <i>a posteriori</i> insuffisante) ; - et/ou des anomalies mineures.
Faible	Autres types d'études.

Figure 9: Classification générale du niveau de preuve d'une étude, HAS, 2013

Ainsi nous pouvons déterminer que le l'ensemble de nos études présente un niveau de preuve intermédiaire en raison de la faible taille des effectifs et des risques de biais relativement faibles que nous avons retrouvés. Ceci correspond donc à une gradation B selon le système de gradation de l'HAS ce qui signifie qu'il s'agit d'une présomption scientifique.

### 4.3.2 Système GRADE

The Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation (GRADE) permet également d'évaluer la qualité des preuves apportées par une revue. C'est le système de gradation utilisé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) [44].

Il prend en compte la mise en place d'un modèle PICO (population, intervention, comparateur, outcome). Il considère également le contexte de soins dans lequel la recommandation sera mise en œuvre. Il incite les auteurs à préciser l'importance des résultats en termes de bénéfices pour le patient, d'inconvénients et de coûts en précisant si les résultats sont décisifs, importants mais non décisifs ou de faible importance [43].

Le système GRADE est centré sur les résultats, il prend en compte le type d'études, la qualité des études, l'homogénéité des résultats et le caractère direct des données scientifiques afin de définir le niveau de qualité d'une revue : élevé, modéré, faible ou très faible.

Il y a 5 facteurs qui peuvent diminuer le niveau de qualité d'une revue :

- Le risque de biais des études incluses,
- L'hétérogénéité des résultats,
- Le caractère indirect des données scientifiques,
- Une imprécision des données
- Un biais de publication

Il y a également 3 facteurs qui peuvent augmenter ce niveau de qualité :

- La force de l'association
- Un gradient dose-réponse (dans le cadre de questions thérapeutiques)
- La présence de facteurs de confusion (et le fait qu'ils n'aient pas été pris en compte dans l'analyse)

En suivant les lignes directrices de ce système de gradation comme présenté en Annexe 5, nous avons pu classer notre revue comme suit :

Evaluation de la qualité							Nombre de patients		Qualité	Importance
Nombre d'études	Schéma d'étude	Risque de biais	Hétérogénéité des résultats	Caractère indirect	Imprécision des données	Autres considérations	Sujets	Contrôle		
Corrélation entre le test isocinétique et les tests fonctionnels										
4	Etudes transversales	Faible	Modéré	Faible	Modéré	Aucune	117	46	Modérée	4

Ainsi selon le système GRADE, notre revue obtiendrait un grade de qualité modéré ce qui signifie que « *Nous avons une confiance modérée dans l'estimation de l'effet : celle-ci est probablement proche du véritable effet, mais il est possible qu'elle soit nettement différente* » [43]. Nous estimons l'importance de notre résultat a 4, c'est-à-dire qu'il est important mais non critique pour la prise de décisions cliniques.

#### 4.4 Biais potentiels de la revue

Afin d'évaluer les biais potentiels de notre revue ainsi que la qualité méthodologique de celle-ci, nous l'avons cotée à l'aide de l'échelle AMSTAR-2 présentée en Annexe 6. Cette échelle permet de coter la validité interne des revues de littérature systématiques [45]. Elle comporte 16 items auxquels il convient de répondre par « oui », « oui en partie » ou « non », que nous avons évalués comme suit à l'aide du guide de cotation[46] :

- **Item 1 :** *Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?*  
Oui, les critères PICO sont détaillés au « 2.4.1. Sélection des études ».
- **Item 2 :** *Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?*  
Oui cf. « 2. Méthode », de plus il n'y a pas eu de déviation significative par rapport au protocole établi en début de revue.
- **Item 3 :** *Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?*  
Oui, cf. « 2.1.1. Type d'études ».
- **Item 4 :** *Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?*  
Oui en partie, 4 bases de données électroniques et une base de littérature grise ont été investiguées (cf. « 3.1.1. Diagramme de flux »).
- **Item 5 :** *Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?*  
Non, cette revue ne comporte qu'un seul auteur.
- **Item 6 :** *Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?*  
Non car cette revue ne comporte qu'un seul auteur.
- **Item 7 :** *Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?*  
Oui, cf. Annexes 3 et 4.
- **Item 8 :** *Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?*  
Oui, cf. « 3.1.3. Etudes incluses ».
- **Item 9 :** *Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?*  
Oui, utilisation de la grille de lecture QUADAS-2 et synthèse des risques de biais.

- Item 10 : *Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?*  
Oui, cf. « 2.4.5. Financement et conflits d'intérêt ».
- Item 11 : *Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?*  
Sans objet, la méta-analyse n'a pas été effectuée.
- Item 12 : *Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?*  
Sans objet, la méta-analyse n'a pas été effectuée.
- Item 13 : *Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?*  
Oui, cf. « 4.1. Analyse des principaux résultats ».
- Item 14 : *Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?*  
Oui, cf. « 4.1. Analyse des principaux résultats ».
- Item 15 : *S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?*  
Sans objet car impossible de réaliser l'évaluation du risque de biais de publication de cette revue en raison du faible nombre d'articles qu'elle contient.
- Item 16 : *Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?*  
Oui, cf. « 2.4.5. Financement et conflits d'intérêt ».

Ainsi nous avons pu évaluer le risque de biais de notre revue, bien que cette évaluation reste relativement subjective étant donné que nous l'avons réalisée nous-même.

## **5 Conclusion**

Le but de cette revue de littérature aura été de tenter de substituer un test fonctionnel au test isocinétique dans la décision de reprise du sport chez les jeunes sportifs à la suite d'une ligamentoplastie de LCA, principalement pour des raisons économiques et de gain de temps.

### **5.1 Implication pour la pratique clinique**

La réalisation de batteries de tests fonctionnels et d'auto-questionnaires rentrent de plus en plus dans la pratique courante des professionnels de santé au moment d'évaluer les capacités de leurs patients opérés du LCA à reprendre leur activité sportive. Il est donc tentant de se demander s'il ne serait pas possible de substituer complètement l'un de ces tests au test isocinétique qui reste onéreux et difficile à effectuer pour les praticiens qui ne possèdent pas de dynamomètre isocinétique. De plus, ces tests reflètent plus les gestes fonctionnels et sportifs que le patient va être amené à réaliser lors de la reprise de son activité sportive. L'objectif de cette revue était donc de trouver une corrélation entre un des tests sélectionnés et le test isocinétique. Ainsi, bien que les résultats obtenus semblent indiquer une tendance à la corrélation entre ces deux types de tests, le faible nombre d'articles inclus dans cette revue et l'hétérogénéité des résultats obtenus ne nous permet pas de conclure de façon ferme à une corrélation entre ces tests. Néanmoins en ce qui concerne la pratique clinique, il reste pertinent à nos yeux de réaliser, dans la mesure du possible, ces deux types de tests tant que d'autres études ne seront pas venues confirmer ou infirmer cette hypothèse. En effet, le test isocinétique s'effectue en CCO et ne reflète donc pas complètement le geste sportif qui va être repris. Les tests fonctionnels quant à eux n'offrent pas de valeur chiffrée de la force développée par les différents groupes musculaires mais seulement une mesure de l'asymétrie observée entre le côté sain et le côté opéré. Ainsi, il semble avisé de conclure qu'en l'absence de nouvelles données, la réalisation de ces deux types de tests conjointement semble pertinente.

### **5.2 Implication pour la recherche**

Les études bien menées au sujet des tests fonctionnels restent peu nombreuses. De plus, elles intègrent souvent peu de patients et ne sont pas assez exhaustives dans les mesures investiguées ce qui rend leurs résultats peu significatifs et difficilement exploitables.

De nouvelles études incluant un contingent beaucoup plus important de patients et investiguant systématiquement tous les critères de mesure comme le couple de force maximum, la puissance totale et le LSI, ainsi qu'une plus large gamme de vitesses angulaires seraient intéressantes pour la recherche et pour améliorer la pratique clinique lors de la décision de reprise du sport pour les jeunes sportifs opérés de ligamentoplastie du LCA.

Il pourrait également être pertinent d'investiguer l'influence du type de greffon sur les résultats à ces deux types de tests ainsi que sur leur corrélation.

## 6 Références et bibliographie

- [1] S. D. Barber-Westin and F. R. Noyes, "Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: a systematic review.," *The Physician and sportsmedicine*, vol. 39, no. 3. pp. 100–110, 2011, doi: 10.3810/psm.2011.09.1926.
- [2] M. Gedda and P. Gouilly, "Critères de suivi en rééducation et d'orientation en ambulatoire ou en soins de suite ou de réadaptation après arthroplastie totale du genou," *Kinesithérapie*, vol. 9, no. 89, pp. 21–23, 2009, doi: 10.1016/S1779-0123(09)70837-X.
- [3] M. Dufour, *Anatomie de l'appareil locomoteur, Membre inférieur, 3<sup>e</sup> édition*. Issy-les-moulineaux, 2015.
- [4] R. Rousseau, "DOSSIER : PATHOLOGIE TRAUMATIQUE DU LIGAMENT CROISÉ POSTÉRIEUR," *lamedecinedusport.com*, pp. 1–12, 2020.
- [5] S. Herman, N. Lefevre, and Y. Bohu, "Anatomie et biomécanique du ligament croisé antérieur ( LCA : ligament double faisceau )," *chirurgiedusport.com*, 2012. <http://www.chirurgiedusport.com/index.php?action=popupPrint&a=760101#>.
- [6] P. Djian, G. Bellier, and P. Christel, "Aspects biologiques de la reconstruction du ligament croisé antérieur par une greffe tendineuse autologue," *genou.net*. [http://genou.net/new/genou\\_net.php?page=article&&id\\_ref=9](http://genou.net/new/genou_net.php?page=article&&id_ref=9).
- [7] D. Devos, "La vascularisation des ligaments croisés du genou.pdf," Université de Nantes, 2005.
- [8] A. K. Aune, M. Hukkanen, J. E. Madsen, J. M. Polak, and L. Nordsletten, "Nerve regeneration during patellar tendon autograft remodelling after anterior cruciate ligament reconstruction: An experimental and clinical study," *J. Orthop. Res.*, vol. 14, no. 2, pp. 193–199, 1996, doi: 10.1002/jor.1100140205.
- [9] E. Cumps, E. Verhagen, L. Armenians, and R. Meeusen, "Injury rate and socioeconomic costs resulting from sports injuries in Flanders: data derived from sports insurance statistics 2003," *Br. J. Sports Med.*, vol. 42, no. 9, pp. 767–772, 2008, doi: 10.1136/bjism.2007.037937.
- [10] T. E. Hewett, T. Lindenfeld, J. Riccobene, and F. R. Noyes, "American Journal of Sports Medicine," *Sport. Med.*, no. November, 2001.
- [11] M. Gedda and P. Gouilly, "Les critères de suivi en rééducation et d'orientation en ambulatoire ou en soins de suite ou de réadaptation après arthroplastie totale du genou," *Kinesithérapie*, vol. 9, no. 89, pp. 21–23, 2009, doi: 10.1016/S1779-0123(09)70837-X.
- [12] U. M. Kujala, S. Taimela, I. Antti-Poika, S. Orava, R. Tuominen, and P. Myllynen, "Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: Analysis of national registry data," *Bmj*, vol. 311, no. 7018, p. 1465, 1995, doi: 10.1136/bmj.311.7018.1465.
- [13] M. Binet, J. Laporte, D. Constans, and E. Tourret, "Médecins de Montagne Publications Titre : « L' épidémiologie des lésions isolées du LCA en ski » Auteur ( s ) : Dr Marc-Hervé BINET , Dr Jean-Dominique LAPORTE , Dr Dominique CONSTANS , Dr Eric TOURET," *Médecins Mont.*, 1998.

- [14] R. P. Csintalan, "Incidence Rate of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions."
- [15] Haute Autorité de Santé, "Prise en charge thérapeutique des lésions méniscales et des lésions isolées du ligament croisé antérieur du genou chez l'adulte," *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.*, vol. 94, no. 8, pp. 787–791, 2008, doi: 10.1016/j.rco.2008.09.001.
- [16] B. Tamalet and P. Rochcongar, "Épidémiologie Et Prévention De La Rupture Du Ligament Croisé Antérieur Du Genou," *Rev. du Rhum. Monogr.*, vol. 83, no. 2, pp. 103–107, 2016, doi: 10.1016/j.monrhu.2016.01.004.
- [17] E. Alentorn-Geli *et al.*, "Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates," *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 17, no. 8, pp. 859–879, 2009, doi: 10.1007/s00167-009-0823-z.
- [18] B. Rousseau, "Nantes-MPR." .
- [19] P. Paillard, "Chirurgie-orthopédique-Paris."
- [20] Haute Autorité de Santé, "Prise en charge thérapeutique des lésions méniscales et des lésions isolées du ligament croisé antérieur du genou chez l'adulte - argumentaire," *Recommandations Prof.*, vol. 51, no. 4, pp. 251–257, 1996, doi: 10.1016/s0009-9260(96)80341-2.
- [21] B. Quelard, O. Ratchet, B. Sonnery-Cottet, and P. Chambat, "Rééducation postopératoire des greffes du ligament croisé antérieur," *EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys. - Réadaptation*, vol. 6, no. 3, pp. 1–16, 2010, doi: 10.1016/s1283-0887(10)43946-8.
- [22] S. L-y, J. M. Hollis, D. J. Adams, R. M. Lyon, and S. Takai, "Tensile properties of the human femur- anterior cruciate ligament-tibia complex The effects of," pp. 217–225.
- [23] A. Gerometta *et al.*, "Étude multicentrique française: Reprise du sport après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur chez les sportifs de pivot et pivot contact," *J. Traumatol. du Sport*, vol. 31, no. 3, pp. 171–178, 2014, doi: 10.1016/j.jts.2014.07.014.
- [24] A. Allaire, "Reprise sportive après ligamentoplastie antérieure du genou," *Kinésithérapie Sci.*, pp. 5–15, 2013.
- [25] "Centre de Médecine du Sport Lyon Gerland." <https://www.cmslg.fr/specialite/test-isocinetique/>.
- [26] G. Patrick, "Interet De L ' Isocinetisme Dans Le Bilan Et La Reeducation D ' Un," no. traumatologie du sport diaporama, 2011.
- [27] "Physiotutors." <https://study.physiotutors.com/course/orthopedic-physical-assessment/>.
- [28] F. R. Noyes, S. D. Barber, and R. E. Mangine, "Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after ACL rupture," *Am J Sport. Med*, vol. 19, no. 5, pp. 513–8, 1991.
- [29] Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES), *Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations*. 2000.
- [30] "PubMed." <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>.
- [31] "Cochrane." <https://france.cochrane.org/propos-0>.
- [32] "PEDro." <https://pedro.org.au/french/>.

- [33] "Clinical Trials." <https://www.clinicaltrials.gov/>.
- [34] S. Rostagno and A. Pallot, "QUADAS-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les études diagnostiques de validité," *Kinesithérapie*, vol. 20, no. Xxx, pp. 10–12, 2020, doi: 10.1016/j.kine.2019.12.049.
- [35] R. A. de Vasconcelos *et al.*, "Functional Performance and Knee Laxity in Normal Individuals and in Individuals Submitted To Anterior Cruciate Ligament Reconstruction," *Rev. Bras. Ortop. (English Ed.)*, vol. 44, no. 2, pp. 134–142, 2009, doi: 10.1016/s2255-4971(15)30060-4.
- [36] T. Nagai, N. D. Schilaty, E. R. Laskowski, and T. E. Hewett, "Hop tests can result in higher limb symmetry index values than isokinetic strength and leg press tests in patients following ACL reconstruction," *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 28, no. 3, pp. 816–822, 2020, doi: 10.1007/s00167-019-05513-3.
- [37] T. Sueyoshi, A. Nakahata, G. Emoto, and T. Yuasa, "Single-Leg Hop Test Performance and Isokinetic Knee Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes," *Orthop. J. Sport. Med.*, vol. 5, no. 11, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1177/2325967117739811.
- [38] S. A. Xergia, E. Pappas, and A. D. Georgoulis, "Association of the Single-Limb Hop Test With Isokinetic, Kinematic, and Kinetic Asymmetries in Patients After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction," *Sports Health*, vol. 7, no. 3, pp. 217–223, 2015, doi: 10.1177/1941738114529532.
- [39] K. K. Irikura, Z. Yuan, J. B. Estimation, and S. Nanjing, "S-1 S-2," *J. Phys. Chem. A*, vol. 34, no. 5, pp. 4–5, 2008.
- [40] F. Aptel, M. Cucherat, E. Blumen-Ohana, and P. Denis, "Critical reading of clinical trials," *J. Fr. Ophthalmol.*, vol. 34, no. 10, pp. 755–761, 2011, doi: 10.1016/j.jfo.2011.06.002.
- [41] "INSEE." <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1386#:~:text=Si le sondage est aléatoire,aurait donnée une interrogation exhaustive>.
- [42] J. Cohen, P. Bossuyt, C. Levy, M. Chalumeau, A. Martinot, and E. Launay, "Comment utiliser la grille STARD et l'outil QUADAS-2?," *Arch. Pediatr.*, vol. 22, no. 5, pp. 190–191, 2015, doi: 10.1016/S0929-693X(15)30095-6.
- [43] Haute Autorité de santé, "Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique," *Etat des lieux*, p. 192, 2013, [Online]. Available: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf).
- [44] OMS, "Methodes et processus utilisés pour l'élaboration des lignes directrices OMS.," *World Heal. Organ.*, 2013.
- [45] A. Pallot and S. Rostagno, "AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques," *Kinesithérapie*, vol. 20, no. Xxx, pp. 1–2, 2020, doi: 10.1016/j.kine.2019.12.050.
- [46] "Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or bot." .



## 7 Annexes

### Table des annexes :

**ANNEXE 1** : Echelle QUADAS-2

**ANNEXE 2** : Echelle Lyshom et Tegner

**ANNEXE 3** : Etudes exclues après lecture de l'abstract

**ANNEXE 4** : Etudes exclues après lecture complète

**ANNEXE 5** : Système GRADE

**ANNEXE 6** : Echelle Amstar-2

**ANNEXE 1** : Echelle QUADAS-2

### QUADAS-2

Phase 1 : Posez la question clinique :

Patients (contexte, motif de consultation, tableau clinique, tests précédemment réalisés) :
Test(s) évalué(s) :
Test de référence et condition cible :

Phase 2 : Dessinez le diagramme de flux de l'étude primaire

**Phase 3 : Risque de biais and jugement sur l'applicabilité**

*La QUADAS-2 est organisée en 4 domaines qui sont chacun évalués en terme de risque de biais et d'applicabilité clinique de la question de recherche (telle que définie plus haut). Chaque domaine comprend une série de questions qui permettent de porter un jugement sur le risque de biais et l'applicabilité clinique.*

<b>DOMAINE 1 : SELECTION DES PATIENTS</b>	
<b>A. Risque de biais</b>	
Décrivez la méthode de sélection des patients :	
❖ Un échantillon de patients a-t-il été recruté de manière aléatoire ?	Oui/Non/Incertain
❖ Un schéma d'étude type cas-témoin a-t-il été évité ?	Oui/Non/Incertain
❖ L'étude a-t-elle évité des exclusions inappropriées ?	Oui/Non/Incertain
La sélection des patients a-t-elle pu introduire un biais ?	<b>RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN</b>
<b>B. Préoccupations sur l'applicabilité</b>	
Décrivez les patients inclus (...) :	
Il y a-t-il un risque que les patients sélectionnés ne correspondent pas à la question de recherche ?	
<b>PREOCCUPATION : FAIBLE/ELEVEE/INCERTAINE</b>	

<b>DOMAINE 2 : TEST EVALUE</b>	
Si plus d'un test est évalué, veuillez répondre à ces questions pour chaque test	
<b>A. Risque de biais</b>	
Décrivez le test évalué, comment il a été réalisé et interprété :	
❖ Les résultats du test évalué ont-ils été interprétés sans avoir connaissance des résultats du test de référence ?	Oui/Non/Incertain
❖ Si un seuil de décision a été utilisé, a-t-il été spécifié ?	Oui/Non/Incertain
La réalisation ou l'interprétation du test a-t-elle pu introduire un biais ?	<b>RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN</b>
<b>B. Préoccupations sur l'applicabilité</b>	
Il y a-t-il une préoccupation quant au fait que le test évalué, dans sa réalisation, interprétation, diffère de la question de recherche ?	
<b>PREOCCUPATION : FAIBLE/ELEVEE/INCERTAINE</b>	

**DOMAINE 3 : TEST DE REFERENCE**

**A. Risque de biais**

Décrivez le test de référence, comment il a été réalisé et interprété :

- ❖ Le test de référence est-il susceptible de correctement identifier la pathologie recherchée ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Les résultats du test de référence ont-ils été interprétés sans avoir connaissance des résultats du test évalué ? Oui/Non/Incertain

La réalisation ou l'interprétation du test de référence a-t-elle pu introduire un biais ?  
RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN

**B. Préoccupations sur l'applicabilité**

Il y a-t-il une préoccupation quant au fait que la pathologie telle qu'elle a été diagnostiquée par le test de référence diffère de celle de la question de recherche ?  
PREOCCUPATION : FAIBLE/ELEVEE/INCERTAINE

**DOMAINE 3 : SUIVI ET TEMPORISATION**

**A. Risque de biais**

Décrivez tous les patients qui n'ont pas reçu le test évalué et/ou le test de référence ou qui ont été exclus du tableau de contingence 2X2 (confère au diagramme de flux):

Décrivez l'intervalle de temps utilisé et tout traitement mis en place entre le test à évaluer et le test de référence :

- ❖ L'intervalle de temps entre la réalisation du test évalué et le test de référence est-il approprié ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Tous les patients ont-ils reçu le test de référence ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Tous les patients ont-ils reçu le même test de référence ? Oui/Non/Incertain
- ❖ Tous les patients sont-ils inclus dans l'analyse ? Oui/Non/Incertain

Le suivi des patients a-t-il pu introduire un biais ?  
RISQUE : FAIBLE/ELEVÉ/INCERTAIN

## TEGNER ACTIVITY LEVEL SCALE

Please indicate in the spaces below the **HIGHEST** level of activity that you participated in **BEFORE YOUR INJURY** and the highest level you are able to participate in **CURRENTLY**.

BEFORE INJURY: Level \_\_\_\_\_      CURRENT: Level \_\_\_\_\_

Level 10	Competitive sports- soccer, football, rugby (national elite)
Level 9	Competitive sports- soccer, football, rugby (lower divisions), ice hockey, wrestling, gymnastics, basketball
Level 8	Competitive sports- racquetball or bandy, squash or badminton, track and field athletics (jumping, etc.), down-hill skiing
Level 7	Competitive sports- tennis, running, motorcars speedway, handball  Recreational sports- soccer, football, rugby, bandy, ice hockey, basketball, squash, racquetball, running
Level 6	Recreational sports- tennis and badminton, handball, racquetball, down-hill skiing, jogging at least 5 times per week
Level 5	Work- heavy labor (construction, etc.)  Competitive sports- cycling, cross-country skiing,  Recreational sports- jogging on uneven ground at least twice weekly
Level 4	Work- moderately heavy labor (e.g. truck driving, etc.)
Level 3	Work- light labor (nursing, etc.)
Level 2	Work- light labor  Walking on uneven ground possible, but impossible to back pack or hike
Level 1	Work- sedentary (secretarial, etc.)
Level 0	Sick leave or disability pension because of knee problems

Y Tegner and J Lysholm. *Rating Systems in the Evaluation of Knee Ligament Injuries*. Clinical Orthopedics and Related Research. Vol. 198: 43-49, 1985.

**ANNEXE 3** : Etudes exclues après lecture de l'abstract

ETUDE	RAISON DE L'EXCLUSION
<p><b><i>Who Passes Return-to-Sport Tests, and Which Tests Are Most Strongly Associated With Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction?</i></b> Webster KE, Feller JA, 2020</p>	<p>Pas de calcul du coefficient de corrélation (critère de jugement)</p>
<p><b><i>Functional progression milestones following anterior cruciate ligament reconstruction are more appropriate than time-based criteria: a survey among the ESSKA.</i></b> Vascellari A, Gokeler A, Grassi A, Canata GL, Zaffagnini S, Jones H., 2020</p>	<p>Pas de hop test testé</p>
<p><b><i>Knee Function, Strength, and Resumption of Preinjury Sports Participation in Young Athletes Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.</i></b> Ithurburn MP, Longfellow MA, Thomas S, Paterno MV, Schmitt LC., 2019</p>	<p>Pas de calcul du coefficient de corrélation (critère de jugement)</p>
<p><b><i>Comparison of the 'back in action' test battery to standard hop tests and isokinetic knee dynamometry in patients following anterior cruciate ligament reconstruction.</i></b> Ebert JR, Edwards P, Currie J, Smith A, Joss B, Ackland T, Buelow JU, Hewitt B., 2018</p>	<p>Etude non menée à terme car un des tests était trop difficile donc pas de résultats</p>
<p><b><i>Decision to Return to Sport Participation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part II : Self-Reported and Functional Performance Outcomes.</i></b> Werner JL, Burland JP, Mattacola CG, Toonstra J, English RA, Howard JS., 2018</p>	<p>Tests effectués entre 1 et 7 ans après la chirurgie et après reprise du sport dans un des groupes</p>
<p><b><i>Strength and functional symmetry is associated with post-operative rehabilitation in patients following anterior cruciate ligament reconstruction.</i></b> Ebert JR, Edwards P, Yi L, Joss B, Ackland T, Carey-Smith R, Buelow JU, Hewitt B, 2017</p>	<p>Pas de calcul du coefficient de corrélation (critère de jugement)</p>
<p><b><i>An Ecological Study of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part 2: Functional Performance Tests Correlate With Return-to-Sport Outcomes.</i></b> McGrath TM, Waddington G, Scarvell JM, Ball N, Creer R, Woods K, Smith D, Adams R., 2017</p>	<p>Calcul du coefficient de corrélation entre le test étudié et la reprise d'activité sportive et non entre les tests entre eux</p>
<p><b><i>Relationship between isokinetic knee strength and jump characteristics following anterior cruciate ligament reconstruction.</i></b> Laudner K, Evans D, Wong R, Allen A, Kirsch T, Long B, Meister K., 2015</p>	<p>Pas de hop test sélectionné pour notre revue testé</p>
<p><b><i>Functional Testing Differences in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients Released Versus Not Released to Return to Sport.</i></b> Mayer SW, Queen RM, Taylor D, Moorman CT 3rd, Toth AP, Garrett WE Jr, Butler RJ., 2015</p>	<p>Pas de hop test testé</p>

**Strength and functional performance recovery after anterior cruciate ligament reconstruction in preadolescent athletes.**

Greenberg EM, Greenberg ET, Ganley TJ, Lawrence JT., 2014

Pas de calcul du coefficient de corrélation (critère de jugement)

***Functional Performance Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review.***

Abrams GD, Harris JD, Gupta AK, McCormick FM, Bush-Joseph CA, Verma NN, Cole BJ, Bach BR Jr., 2014

Revue de littérature + mauvais critère de jugement

***Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction.***

Xergia SA, Pappas E, Zampeli F, Georgiou S, Georgoulis AD., 2013

Comparaison groupe opéré et non-opéré + mauvais critère de jugement

#### ANNEXE 4 : Etudes exclues après lecture complète

ETUDE	RAISON DE L'EXCLUSION
<b><i>Knee extensor strength and hop test performance following anterior cruciate ligament reconstruction.</i></b> Barfod et al. 2019	Le critère de jugement principal (la corrélation) est mesuré avec le test de Mc Nemar et non le coefficient de Pearson
<b><i>Correlation between hamstring flexor power restoration and functional performance test: 2-year follow-up after acl reconstruction using hamstring autograft.</i></b> MS. Ko, SJ. Yang, JK. Ha, JY. Choi, JG. Kim, 2012	Seulement 23 patients inclus, que des hommes et testés à 1 an et 2ans post-opératoire après reprise du sport
<b><i>Validation of Functional Performance Tests after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction</i></b> DH. Kong, SJ. Yang, JK. Ha, SH. Jang, MD2, JG. Seo JG Kim, 2012	Présente tous les coefficients de corrélation sauf celui du single hop test avec le test isocinétique
<b><i>Which functional hop test best evaluates side-to-side performance asymmetry in patients 9-12 months following anterior cruciate ligament reconstruction?</i></b> J Ebert, P Edwards, B Joss, 2018	Calcul de la corrélation entre les différents hop tests mais pas avec le test isocinétique
<b><i>Relationships of functional tests following acl reconstruction: exploratory factor analyses of the lower extremity assessment protocol</i></b> M. DiFabio, LV. Slater, G. Norte, J. Goetschius, JM. Hart, J. Hertel, 2017	Utilisation d'une rotation varimax pour exprimer les résultats ce qui les rend incomparables aux autres

ANNEXE 5 : Système GRADE [43]

Tableau 10. Facteurs qui influencent la cotation de la qualité des données scientifiques d'après Atkins et al., 2004 (10,18,19)

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
Type d'études	essais contrôlés randomisés	<b>élevé</b>
	études observationnelles*	<b>faible</b>
Facteurs qui peuvent diminuer le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles et d'essais contrôlés randomisés	<b>risque de biais</b>	
	sérieux	(-1)
	très sérieux	(-2)
	<b>hétérogénéité des résultats</b>	
	importante	(-1)
	très importante	(-2)
	<b>caractère direct des données</b>	
	incertitude	(-1)
	incertitude majeure	(-2)
	<b>imprécision</b>	
	sérieuse	(-1)
	très sérieuse	(-2)
	<b>biais de publication</b>	
	probable	(-1)
très probable	(-2)	
Facteurs qui peuvent augmenter	<b>force de l'association</b>	

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles	Données scientifiques solides d'une association – risque relatif significatif > 2 (< 0,5) fondé sur des données cohérentes issues d'au moins deux études observationnelles, sans facteurs de confusion plausible.	(+1)
	Données scientifiques très solides d'une association – risque relatif significatif > 5 (< 0,2) fondé sur des données directes, sans problème majeur de validité.	(+2)
	<b>Données d'un gradient dose-réponse</b>	(+1)
	<b>Présence de facteurs de confusion plausibles</b>	
	qui auraient réduit l'effet observé (ces facteurs n'ayant pas été pris en compte dans l'analyse avec ajustement) ;	(+1)
	qui auraient fait s'attendre à un effet alors que les résultats ne montrent aucun effet.	(+1)

\* : étude observationnelle : études de cohortes, études cas-témoins, analyses de séries interrompues, études contrôlées avant-après.



## ANNEXE 6 : Echelle Amstar-2

**Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.**

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

### Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

[2] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017; 358: j4008.

### RÉFÉRENCES

[1] Pallot A, Davergne T, Gallois M, Guémann M, Martin S, Morichon A, Osinski T, Raynal G, Rostagno S. Evidence-based practice en rééducation – Démarche pour une pratique raisonnée. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS; 2019.

## Résumé :

**Introduction :** La question du retour au sport après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur du genou chez les jeunes sportifs est un vaste sujet dont les conditions varient selon les praticiens, les centres ainsi que selon les critères de décision. Le test le plus répandu pour autoriser la reprise de l'activité sportive est le test isocinétique qui reste un test onéreux. Cependant des tests fonctionnels tels que les hop tests sont de plus en plus utilisés. Le but de cette revue est de déterminer s'il existe une corrélation entre le test isocinétique et le single hop for distance test et/ou le triple hop test, afin de substituer un de ces tests fonctionnels, plus économiques et plus simples à mettre œuvre, au test isocinétique.

**Bases de données :** PubMed, PEDro, Cochrane, Clinical Trials, bibliothèque numérique Aix- Marseille université.

**Méthodologie :** Une recherche systématique dans des bases de données numériques a été effectuée. Un total de 4 articles investiguant la corrélation entre le test isocinétique et les hop tests chez les jeunes sportifs opérés de ligamentoplastie du genou ont été retenus pour cette revue.

**Résultats :** Le couple de force maximum des extenseurs du genou pour une vitesse de 180°/s au test isocinétique présente une corrélation significative modérée à forte avec le single hop for distance test et le triple hop test. Les résultats à d'autres vitesses angulaires sont trop hétérogènes pour conclure à une corrélation significative avec les tests fonctionnels.

**Discussion :** De nouvelles études incluant plus de patients et investiguant systématiquement tous les critères de mesure (couple de force maximum, puissance totale, index de symétrie) dans une plus large gamme de vitesses angulaires seraient intéressantes pour améliorer la décision de reprise du sport pour les jeunes sportifs opérés de ligamentoplastie du LCA

*Mots clés : Ligament croisé antérieur, ligamentoplastie, retour au sport, test isocinétique, hop tests, corrélation.*

## Abstract:

**Introduction:** The timing of clearance to return to sport for young athletes following anterior cruciate ligament reconstruction varies widely between centres and practitioners as does the basis on which the decision is made. The most common test to allow the resumption of sporting activities is the isokinetic test, which remains an expensive test. However, functional tests such as hop tests are being increasingly used. The aim of this review is to determine whether there is a correlation between the isokinetic test and the single hop for distance test and/or the triple hop test, in order to replace the isokinetic test by one of these functional tests, which are more economical and easier to implement.

**Data sources:** PubMed, PEDro, Cochrane, Clinical Trials, Aix- Marseille university digital library.

**Methods:** A systematic literature search was conducted using digital databases. A total of 4 articles investigating the correlation between the isokinetic test and the hop tests in young athletes undergoing knee ligamentoplasty were selected for this review.

**Results:** The peak torque of the knee extensors for a speed of 180°/s on the isokinetic test shows a significant moderate to strong correlation with the single hop for distance test and the triple hop test. The results at other angular speeds are too heterogeneous to conclude that there is a significant correlation with the functional tests.

**Discussion:** New studies including more patients and systematically investigating all measurement criteria (peak torque, total power, symmetry index) in a wider range of angular speeds would be relevant to improve decision making when resumption of sport for young athletes who underwent anterior cruciate ligament reconstruction is to be decided.

*Key words: anterior cruciate ligament, reconstruction, return to sport, isokinetic test, hop tests, correlation.*