HAL
open science

Évolution de la force des muscles rotateurs externes et abducteurs de hanche après mise en place d'un protocole adapté depuis le FIFA 11+, dans le cadre de la prévention des blessures du LCA : étude observationnelle prospective chez l'équipe professionnelle féminine du FC Girondins de Bordeaux

Thibaud Viricelle

To cite this version:

Thibaud Viricelle. Évolution de la force des muscles rotateurs externes et abducteurs de hanche après mise en place d'un protocole adapté depuis le FIFA 11+, dans le cadre de la prévention des blessures du LCA : étude observationnelle prospective chez l'équipe professionnelle féminine du FC Girondins de Bordeaux. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02511578

HAL Id: dumas-02511578

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02511578v1

Submitted on 18 Mar 2020

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.

université de BORDEAUX

Thèse n°202

U.F.R DES SCIENCES MEDICALES

Thèse présentée pour l'obtention du
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE
Spécialité Médecine Générale

Présentée et soutenue publiquement
Le 4 Novembre 2019
Par **Thibaud VIRICELLE**
Né le 9 Mai 1992 à Saint Priest-en-Jarez (42)

Évolution de la force des muscles rotateurs externes et abducteurs de hanche après mise en place d'un protocole adapté depuis le FIFA 11+, dans le cadre de la prévention des blessures du LCA.

Étude observationnelle prospective chez l'équipe professionnelle féminine du FC Girondins de Bordeaux

Sous la direction de :

Monsieur le Docteur Thierry DELMEULE

Membres du jury :

Monsieur le Pr Hervé DOUARD	Président
Monsieur le Pr Thierry FABRE	Rapporteur
Monsieur le Pr Mathieu DE-SEZE	Jury
Monsieur le Dr Etienne MASSON	Jury
Monsieur le Dr Hervé PETIT	Jury

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Hervé DOUARD,

Cardiologue, Professeur des universités, Praticien Hospitalier au CHU de Bordeaux, président du jury :
Je vous remercie tout d'abord de m'avoir choisi pour le DESC de Médecine du Sport et pour votre accueil au sein de votre service de cardiologie. J'espère être à la hauteur des attentes que vous avez placées en moi. Merci d'avoir accepté d'être le président de mon jury de thèse.
Soyez assuré de mon respect le plus profond et de ma gratitude.

A Monsieur le Professeur Thierry FABRE,

Chirurgien Orthopédique, Professeur des universités, Praticien Hospitalier au CHU de Bordeaux :
Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant d'être membre de mon jury de thèse.
Merci de votre disponibilité pour la relecture et le rapport de ma thèse, ainsi que pour votre présence à ma soutenance.
Je vous témoigne mon plus grand respect.

A Monsieur le Professeur Mathieu DE-SEZE,

Médecin Physique et de Réadaptation, Professeur des universités, Praticien Hospitalier au CHU de Bordeaux :
Je vous remercie vivement d'avoir accepté d'être membre de mon jury de thèse. Merci pour vos conseils et votre disponibilité, ainsi que pour votre présence le jour de ma soutenance.
Veuillez recevoir ma sincère reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Hervé PETIT,

Médecin Physique et de Réadaptation, à la Clinique Korian Les Grands Chênes de Bordeaux et au FC Girondins de Bordeaux :
Je te remercie pour ta disponibilité, ton expertise et pour tes conseils avisés lors de la mise en place et tout le long de cette étude.
Merci pour ta pédagogie et ton accueil aux Girondins de Bordeaux. Tu as su m'inculquer les bases de la recherche médicale ainsi que ses spécificités dans le monde du sport de haut niveau.

A Monsieur le Docteur Etienne MASSON,

Médecin Généraliste et Médecin du Sport, à Mérignac et au FC Girondins de Bordeaux :
Je te remercie pour ton implication dans cette étude, notamment pour le recueil des données lors des journées de tests, ainsi que pour tes réponses à mes nombreuses interrogations concernant l'étude ou mon cursus professionnel.
Merci pour ces multiples soirées au centre de formation à me montrer les points importants du suivi des joueurs ainsi que le fonctionnement administratif d'un centre de formation.
Merci de ce bel exemple que tu m'offres et que j'essaie de suivre quotidiennement.

A Monsieur le Docteur Thierry DELMEULE,

Médecin Généraliste et Médecin du Sport, à Mérignac et au FC Girondins de Bordeaux :
Je te remercie de m'avoir ouvert les portes de la médecine du sport au sein de ton cabinet et aux Girondins de Bordeaux.
Merci pour ce travail de thèse que tu m'as proposé, ainsi que pour ta disponibilité tout au long de sa réalisation, pour les réponses à mes questions ou les tâches administratives.
Merci pour la confiance que tu m'as accordée à de multiples reprises et en me confiant des responsabilités au sein de ton organigramme.
Enfin, un grand merci pour tes qualités humaines, tes conseils et ta bienveillance qui ont été omniprésents depuis notre rencontre.

Merci à ceux qui ont participé à l'aboutissement de ce travail :

Merci à l'ensemble du staff du FCGB pour leur implication dans mon travail : **Laurent Friconnet** et **Jérôme Dauba** pour avoir permis la réalisation assidue de ce travail de prévention au sein de leur équipe ; **Jean-Jacques Gresser** pour son expertise sur la préparation physique ; l'ensemble des kinésithérapeutes de l'Académie, notamment **Alexandre Renoux** pour sa disponibilité et la réalisation des mesures de force musculaire lors des journées de test et **Marc Vernet** pour la réalisation des vidéos du LESS Test, mais aussi **Virginie Belin**, **Marine De Matos**, **Sébastien Oria**, **Bastien Ayçaguer**, **François Pucheu**, **David Dubourdieu**, **Damien Dubearn**, **Antoine Boucher**, **Alex Capitaine**…
Merci aux joueuses de l'équipe féminine professionnelle du FCGB pour leur accueil et pour avoir accepté de se soumettre à ces tests en début et fin de saison.
Merci au staff médical de l'équipe professionnelle masculine du FCGB pour leur accueil chaleureux et leurs explications lors de chaque journée passée en leur compagnie : **Fabien Bouscarat**, **Jacques Thebault** et **David Das Neves**.
Merci aussi à l'ensemble des membres de l'encadrement du centre de formation et du club, ainsi que l'ensemble des coachs qui m'ont accueilli au sein de cette institution.
Merci également au club d'avoir permis la réalisation de cette étude.

Merci à **Emmanuel Orhant** pour ses commentaires et son expertise concernant l'étude.

Merci à **Romain Griffier** pour son aide concernant l'analyse statistique des données.

Merci à **l'ensemble des équipes de professionnels de santé** qui ont participé à ma formation et m'ont fait progresser au cours de ces 3 années d'internat.

Merci à **Philippe**, **Justine** et **Thomas** pour leur conseils concernant le DESC de Médecine du Sport.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS **2**
TABLE DES MATIERES **4**
LISTE DES ABREVIATIONS **6**
I) INTRODUCTION **7**
1) ÉPIDEMIOLOGIE DES LESIONS DU LCA DANS LE FOOTBALL, NOTAMMENT LE FOOTBALL FEMININ 7
2) FACTEURS DE RISQUE DES LESIONS DU LCA ; L'ETUDE DE KHAYAMBASHI 7
3) PREVENTION DES LESIONS DU LCA 7
4) BUT DE NOTRE ETUDE 7
II) NOTIONS FONDAMENTALES **8**
1) LE FOOTBALL 8
A) Place du football et évolution du football féminin en France *8*
B) Le football aux Girondins de Bordeaux *8*
1) Historique 8
2) Palmarès du FCGB 9
3) Les installations 10
4) Le centre professionnel 10
5) Le centre de formation 10
6) Les différents cycles de la formation dans le football 11
a) La préformation 11
b) La formation 11
c) Post formation 11
7) La semaine type d'un joueur du centre de formation au FCGB 12
8) Les examens médicaux d'entrée au centre de formation 13
C) La section Féminine Professionnelle des Girondins de Bordeaux *13*
2) LESIONS DU LCA CHEZ LE FOOTBALLEUR 14
A) Épidémiologie *14*
B) Anatomie du Genou *15*
1) Les Os du Genou et les cartilages 15
2) La capsule articulaire 16
3) Les ligaments 16
4) L'appareil extenseur du genou 17
C) Mécanisme Lésionnel *17*
D) Diagnostic *19*
E) Traitements *19*
1) Le traitement chirurgical 19
2) Le traitement fonctionnel 20
3) Le traitement orthopédique 21
F) Conséquences et Complications *21*
G) Facteurs de risque *22*
1) Facteurs de risques non modifiables, intrinsèques 22
2) Facteurs de risques modifiables 23
a) Intrinsèques 23
b) Extrinsèques 23
H) Prévention *24*
3) PROTOCOLES DE PREVENTION PRIMAIRE DES LESIONS DU LCA 24
A) Les protocoles multimodaux *24*

B) Modalités et exemples *25*
C) Le FIFA 11+ en détails *27*
D) Le protocole utilisé aux Girondins : un FIFA 11+ modifié *29*
E) Individualisation de la prévention *29*
4) MESURE DE LA FORCE MUSCULAIRE 30
A) Le dynamomètre manuel *30*
1) Principe de fonctionnement 30
2) Fiabilité 32
3) Facteurs de variabilité 32
4) Place par rapport à l'isocinétisme 32
B) Force musculaire des Rotateurs externes et Abducteurs de hanche *33*
1) Rappels anatomiques 33
a) La rotation externe de hanche, les muscles rotateurs externes, le testing 33
b) L'abduction de hanche, les muscles abducteurs, le testing 36
2) La faiblesse des muscles Rotateurs externes et Abducteurs de hanche est-elle un facteur de risque de lésion du LCA ? 38
a) Concept du Valgus dynamique 38
b) Étude de Khayambashi 39
c) Intérêt du renforcement des abducteurs et rotateurs externes de hanche 42

III) L'ETUDE 43

1) INTRODUCTION ET RATIONNEL DE L'ETUDE 43
2) METHODE 44
A) Population de l'étude *44*
1) Critères d'inclusion 44
2) Critères d'exclusion 44
B) Matériel *44*
1) Dynamomètre manuel 44
2) LESS Test 44
3) Analyses 45
C) Méthode Statistique *45*
D) Le FIFA 11+ modifié aux Girondins, description des exercices réalisés *45*
E) Les 3 journées de test *49*
3) RESULTATS 51
A) Description de la population de l'étude *51*
B) Évolution de la force des muscles Rotateurs externes de hanche *52*
C) Évolution de la force des muscles Abducteurs de hanche *54*
D) Évolution du valgus dynamique *56*
4) DISCUSSION 57
A) Pourquoi cette population ? *57*
B) Résumé des principaux résultats *57*
C) Comparaison avec les données de la littérature *58*
D) Biais de l'étude *58*
E) Points forts de l'étude *58*
5) CONCLUSION 59

IV) INTERET DE CETTE ETUDE ET PERSPECTIVES 59

V) BIBLIOGRAPHIE 60

VI) ANNEXES 64

VII) SERMENT D'HIPPOCRATE 70

LISTE DES ABREVIATIONS

- FCGB : Football Club des Girondins de Bordeaux
- FIFA 11+ : Protocole de préparation multimodal FIFA 11+
- LCA : Ligament Croisé Antérieur
- LCL : Ligament Collatéral Latéral
- LCM : Ligament Collatéral Médial
- LCP : Ligament Croisé Postérieur
- PAPE : Point d'Angle Postéro-Externe
- PAPI : Point d'Angle Postéro-Interne

I) INTRODUCTION

1) Épidémiologie des lésions du LCA dans le football, notamment le football féminin

Lors de la saison 2017-2018, 2 joueuses sur un effectif de 26 ont souffert d'une lésion du ligament croisé antérieur (LCA) dans l'équipe professionnelle féminine du Football Club des Girondins de Bordeaux (FCGB).

Les lésions du LCA représentent d'ailleurs l'une des blessures les plus fréquentes dans le football (avec les lésions musculaires et l'entorse de cheville), d'autant plus invalidantes qu'elles nécessitent un long délai de récupération.
On estime ainsi l'incidence des lésions du LCA à 0,11 pour 1000 heures d'exposition chez les footballeurs masculins et à 0,32 pour 1000 heures d'exposition chez les footballeuses (1).

Une réflexion a donc eu lieu au sein du staff médical du FCGB afin de tenter de déterminer les raisons de ces blessures et essayer de diminuer leur incidence.

2) Facteurs de risque des lésions du LCA ; l'étude de Khayambashi

De nombreux facteurs de risque de lésions du LCA ont été décrits.
On retrouve par exemple le sexe féminin (2)(3), un surpoids (4), un déficit neuro-musculaire (5) notamment des quadriceps et des ischio-jambiers, un antécédent d'entorse sur le genou ou la cheville (6)(7), une hyperlaxité constitutionnelle (8) ou la fatigue.

De plus, en 2015, une étude menée par le Dr Khayambashi (9) a démontré que la faiblesse des muscles rotateurs externes et des muscles abducteurs de hanche est associée à un risque plus important de lésion du LCA sans-contact, notamment en entraînant un valgus dynamique (c'est-à-dire en emmenant le genou vers l'intérieur).

3) Prévention des lésions du LCA

Dans le cadre de la prévention des lésions du LCA, plusieurs groupes d'experts ont proposé des protocoles de préparation multimodaux, dont le FIFA 11+ (10). Ceux-ci doivent être réalisés plusieurs fois par semaine et ont démontré à plusieurs reprises leur intérêt pour diminuer l'incidence de ces lésions. Ils ont donc été adoptés par de nombreux clubs amateurs et professionnels.

Ainsi, à partir de Juillet 2018, un protocole multimodal adapté depuis le FIFA 11+ a été intégré dans l'agenda de l'équipe professionnelle féminine du FCGB.

4) But de notre étude

Le but de notre recherche est d'étudier l'intérêt d'un protocole de préparation multimodal adapté depuis le FIFA 11+ pour corriger le facteur de risque de l'étude de Khayambashi : la faiblesse des rotateurs externes et abducteurs de hanche.

Nous avons pour cela observé l'évolution de la force des muscles rotateurs externes et abducteurs de hanche au cours de la saison, avant et après introduction du protocole de préparation adapté depuis le FIFA 11+, chez les joueuses de l'équipe féminine professionnelle du FCGB.

II) NOTIONS FONDAMENTALES

1) Le football

A) Place du football et évolution du football féminin en France

Le football est le sport le plus populaire en France et dans le monde ; on comptait ainsi en 2000 plus de 250 millions de footballeurs dans le monde (11) et ce chiffre est amené à augmenter avec l'intérêt grandissant pour ce sport en Asie et aux États-Unis et sa féminisation à l'instar de la Coupe du monde féminine en France cette année.

Au 30/06/2018, la Fédération Française de Football comptait 2 164 253 licenciés dont 164 638 féminines (12).

Le football féminin connait d'ailleurs une vraie révolution en France depuis les années 2000 et la France se positionne d'ailleurs sur la 4ème marche du classement mondial de la FIFA (13). La réception de la Coupe du Monde Féminine en France cette année est d'ailleurs la parfaite illustration de cette évolution.

B) Le football aux Girondins de Bordeaux

1) Historique

- 1881 : Les Girondins-Omnisport voient le jour le 1er octobre 1881 dans le quartier des Capucins, rue Sanche-de-Pommier, dans le centre de Bordeaux. Ce club multisport sera ensuite à l'origine des Girondins de Bordeaux, ce qui place ce dernier parmi les clubs Français les plus anciens (le premier club de football à voir le jour en France est Le Havre Athlétic Club (le HAC) en 1872 (14).

  Le premier président du club omnisports des girondins est un médecin, le Dr André Chavoix. Le sport principal était alors la gymnastique. Quant au football, il n'apparaîtra qu'au début des années 1920 au sein de ce club.
- 1932-1933 : Première édition du championnat de France de football professionnel (appelé 1ère Division puis ligue 1 à partir de la saison 2002-2003).
- 17 octobre 1936 : le club change de nom et devient les Girondins de Bordeaux FC.
- 1937 : Les Girondins de Bordeaux remportent leur premier Championnat de France amateurs en 1937, leur permettant ainsi d'accéder à un statut professionnel. Le club dispute ensuite son premier match professionnel le 22 août 1937 à Toulouse.
- 1938 : le Stade Municipal de Bordeaux, est inauguré pour l'organisation de la 3ème Coupe du Monde de football (après l'Uruguay en 1930 et l'Italie en 1934).

  Initialement appelé Parc Lescure jusqu'en 2001, il est ensuite renommé Stade Chaban-Delmas en hommage à Jacques Chaban-Delmas, maire de Bordeaux de 1947 à 1995.

  Ce stade a accueilli l'équipe de football des Girondins de Bordeaux depuis 1938 jusqu'à la construction d'un nouveau stade en juin 2015. Le club professionnel de Rugby de la ville (l'Union Bordeaux Bègles) en devient alors le club résident. Ce stade aura en tout reçu 4 coupes du monde (2 de Football en 1938 et 1998 et 2 de rugby en 1999 et 2007).
- 1950 : Les Girondins décrochent leur premier titre de champion de France.
- 1981 : Dissociation de la section football du club des Girondins Omnisports et acquisition de l'indépendance du FCGB.

D'autres sections qui ont fait jadis partie du club omnisports sont devenues également indépendantes :

- Handball : Girondins de Bordeaux HBC (séparation en 1988)
- Tir (séparation en 1984)
- Hockey sur glace : Girondins de Bordeaux Hockey Club (séparation en 1992) (devient Bordeaux Gironde Hockey Club surnommé les Dogues de Bordeaux. En 1998, le club dépose le bilan en pleine saison et voit la naissance des Boxers de Bordeaux)

- 1986 : Durant la présidence de Claude Bez (1979-1990), le château du Haillan (château Bel Air), bâtisse du XVIIIème siècle est devenu le cœur du centre International de football des Girondins de Bordeaux.

  Le FC Girondins de Bordeaux quitte ainsi le domaine Rocquevielle à Mérignac (qui est toujours actuellement le siège des Girondins de Bordeaux Omnisports).
- De 1984 à 1989, le FCGB acquiert ses lettres de noblesse en dominant le football français avec 3 titres de champion de France, 2 coupes de France et 2 demi-finales de coupe d'Europe.
- 1991 : Le club est relégué en 2ème Division au terme de la saison 1990-1991, contraignant ainsi M. Bez de démissionner devant un déficit financier. Les girondins étaient en 1ère division depuis la saison 1962-1963.
- 1992 : Remontée immédiate en 1ère Division avec un titre de Champion de France de D2 sous la présidence d'Alain Afflelou qui restera en poste jusqu'en 1996 ; Jean-Louis Triaud prendra la suite de la présidence jusqu'en 2017).
- 1993 : Création du centre de formation des jeunes footballeurs dans le domaine du Château du Haillan.
- 1996 : Épopée européenne avec une finale de coupe de l'UEFA contre le Bayern Munich.
- 2015 : Inauguration du nouveau stade de Bordeaux, le Matmut Atlantique.
- 2018 : Rachat du club par Joseph DaGrosa Jr et le fonds américain GACP. Début des rénovations du centre d'entrainement et du centre de formation qui devient l'Académie du FCGB.

2) Palmarès du FCGB

- Champion de France de 1ère Division : 6 titres (1949-50, 1983-84, 1984-85, 1986-87, 1998-99, 2008-09).
- Champion de France de 2ème Division : 1 titre (1991-92)
- Coupe de France : 4 titres (1940-41 ; 1985-86 ; 1986-87 ; 2012-13)
- Coupe de la Ligue : 3 titres (2001-02, 2006-07, 2008-09)
- Finaliste de la Coupe de l'UEFA contre le Bayern Munich (ancienne C3, devenue l'Europa League) : 1995-1996.
- 1⁄4 de finale en Ligue des Champions de l'UEFA contre l'Olympique Lyonnais : 2009-2010.

3) Les installations

Le Château du Haillan est situé au Nord-Ouest de Bordeaux, en plein cœur de la Plaine du Haillan et représente le siège administratif du FC Girondins de Bordeaux.

Le Centre International du FC Girondins de Bordeaux comprend 10 terrains de football dont 1 terrain de football synthétique, 1 parcours de footing boisé de 3 kilomètres, le centre professionnel, le centre de formation, l'école de football et le Château du Haillan.

4) Le centre professionnel

Fonctionnant indépendamment, il comprend un terrain d'entraînement, le vestiaire des joueurs professionnels, un plateau technique d'intendance, une salle de musculation, une zone de balnéothérapie, un centre médical complet avec un bureau médical, une salle de kinésithérapie, un appareil d'isocinétisme, un échographe, des Game-Readys etc. permettant au staff médical d'effectuer un travail de prévention et des soins de qualité.

5) Le centre de formation

Le centre de formation est composé de deux parties :

- La première partie de l'Académie comprend deux salles de classe, une salle de détente, un cabinet médical, et le dortoir.
- La seconde partie est, quant à elle, plus orientée sur le football avec les vestiaires des joueurs, une salle des staffs, un cabinet médical ainsi qu'une salle de soins pour les kinésithérapeutes et une salle de musculation (construite avec la rénovation en 2018). Cette partie accueille l'ensemble des équipes jeunes et l'équipe féminine professionnelle.

Un projet de rénovation et d'amélioration du centre d'entraînement bordelais est en cours depuis 2018. Il comporte une amélioration du centre de formation et la construction d'un mini-stade au Haillan pour que les équipes de la formation aient de meilleures installations comme une salle de musculation, des piscines pour balnéothérapie…

6) Les différents cycles de la formation dans le football

La progression des jeunes joueurs se fait en plusieurs étapes, qui mènent au haut niveau.

Lors des compétitions, les catégories comptent en général 2 années d'âge (U15-U17-U19). La catégorie est toujours calculée au début de la saison, soit le 1 juillet de chaque année, par le calcul suivant : (Saison en cours - année de naissance) + 1.

a) La préformation

Elle concerne les garçons âgés de 14 à 15 ans. Les jeunes sont en internat dans le centre de préformation et des partenariats scolaires existent avec le collège Émile Zola au Haillan. Catégories : U14 à U15. La capacité d'accueil de la préformation est de 12 joueurs.

La journée commence le matin à 8h par des cours qui se terminent à 15h30. L'après-midi est consacré à l'entraînement.

b) La formation

Le Centre de formation du FC Girondins de Bordeaux héberge une soixantaine de jeunes. Il s'agit surtout de joueurs entre 16 et 18 ans. Ils sont pour la plupart logés à l'internat du centre.

Le parcours le plus fréquent est le suivant : la 1ère année d'internat ils jouent en U17 Régional, puis la 2ème année en U17 National et la 3ème année en U19.

c) Post formation

La passerelle entre la formation et l'équipe professionnelle est la période de post- formation que les jeunes effectuent au sein de l'équipe engagée en National 3. Ils ne logent plus à l'internat (dès les 18 ans passés).

Cette période dure souvent 2 ans chez des joueurs de 18 à 20 ans.

7) La semaine type d'un joueur du centre de formation au FCGB

Dès leur entrée au centre de formation, les jeunes joueurs reçoivent un enseignement à la fois scolaire et sportif. Leur épanouissement implique une réussite dans ces deux domaines.

Le club essaie d'offrir à ses jeunes les moyens pour réaliser un équilibre entre leur passion sportive et leurs obligations scolaires afin de ne pas hypothéquer leur future vie professionnelle.

Ainsi, ces jeunes joueurs ont des horaires scolaires aménagés et définis par des conventions avec des établissements scolaires régionaux partenaires, pour être compatibles avec les entraînements et les matchs.

Actuellement 2 partenariats existent : une filière professionnelle avec le lycée Bernom (Bordeaux) qui peut également donner accès à des études supérieures et une filière générale avec le lycée Cours Péret (Saint Médard en Jalles).

Les joueurs y sont transportés tous les jours par un bus qui leur est dédié.

RES	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE
9h	COURS						REPOS ou SOINS
10h		ENTRAINEMENT	ENTRAINEMENT	ENTRAINEMENT	ENTRAINEMENT		
11h							
12h		SOINS	SOINS	SOINS	SOINS		
13h	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS
14h	COURS	COURS	COURS	COURS	COURS		REPOS
15h						MATCH	
16h		SOINS	SOINS				
17h		ENTRAINEMENT	ENTRAINEMENT				
18h	ENTRAINEMENT / SOINS				SOINS		
19h		SOINS	SOINS	SOINS			
20h	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS	REPAS
21h30	ETUDES	ETUDES	ETUDES	ETUDES	ETUDES		

Une saison commence souvent mi-juillet et se termine début juin avec 2 semaines de congés à Noël et 6 semaines en été.

Leur emploi du temps sur une semaine peut se définir de la façon suivante :

- Lundi : cours de 8h à 16h ; entraînement à 16h30 à 18h30 (sauf s'ils ont eu match la veille).
- Mardi : entraînement le matin à 9h à 12h ; Cours l'après-midi de 13h30 à 15h30 ; possibilité ensuite d'entraînement.
- Mercredi : idem que le mardi
- Jeudi : entraînement le matin à 9h à 12h ; l'après-midi les cours sont plus longs de 13h30 à 18h30.
- Vendredi : idem que le jeudi
- Un match en général le weekend. Si le match est le samedi les jeunes peuvent ensuite rentrer chez eux. Si le match est le dimanche, ils doivent rester au centre et un entraînement est ajouté le samedi matin.
- Tous les soirs, les joueurs ont 2h d'études de 20h à 22h.

8) Les examens médicaux d'entrée au centre de formation

Chaque joueur intégrant le centre doit préalablement se soumettre à une visite médicale et plusieurs tests médicaux afin d'éliminer toute contre-indication à la pratique intensive du football.

Cela comprend :

- Une consultation avec un médecin du sport comportant un examen clinique complet centré sur les appareils cardio respiratoires, ostéo-articulaire et musculaire.

- Une consultation avec un cardiologue du sport comportant un électrocardiogramme au repos, une échographie cardiaque trans-thoracique et un test d'effort maximal sur tapis roulant.

- Une consultation dentaire.
- Une consultation podologique.
- Des bilans biologiques sanguins et urinaires.
- Des tests physiques avec le préparateur physique.
- Une visite d'embauche avec la médecine du travail.

L'objectif final est de pouvoir signer la licence (en l'absence de contre-indication) et le contrat de travail.

C) La section Féminine Professionnelle des Girondins de Bordeaux

Inspirés de clubs de Ligue 1 tels que le Montpellier Hérault Sporting Club, l'Olympique Lyonnais ou le Paris Saint-Germain, les Girondins de Bordeaux ont souhaité créer une section féminine.

Le président bordelais Jean-Louis Triaud a tout d'abord choisi de se tourner vers un rapprochement avec l'équipe féminine de l'ES Blanquefort qui disposait d'une équipe en Division 2.

En Juillet 2015, la section féminine de l'Entente Sportive Blanquefortaise est intégrée et devient l'équipe professionnelle féminine des Girondins de Bordeaux. Celle-ci monte en Division 1 à la fin de l'année 2015-2016 et atteint son meilleur classement lors de la saison 2018-2019 avec une 4ème place, sous la houlette de Jérôme Dauba et Laurent Friconnet.

En ce qui concerne la formation des futurs talents féminins, le club compte donc 7 équipes jeunes, et 1 équipe en Division d'honneur, en plus de l'équipe professionnelle évoluant en D1 Féminine.

D'ailleurs, cette équipe fait également l'objet d'investissements importants par le club depuis son rachat en 2018.

2) Lésions du LCA chez le footballeur

A) Épidémiologie

Le genou est la 2ème articulation la plus souvent atteinte dans le sport, après la cheville. Les blessures du LCA comptent pour 50% de toutes les blessures du genou.
Or le retour à la compétition n'arrive qu'au bout de 6 à 9 mois de rééducation après une chirurgie.
Aux États-Unis, les lésions du LCA représentent d'ailleurs un coût annuel estimé à plus d'un milliard de dollars pour le traitement chirurgical.
De plus, cette blessure n'est pas sans conséquences puisqu'elle expose le patient à un risque futur d'instabilité et de gonarthrose.

L'incidence des lésions du LCA dans le sport est le plus fréquemment exprimé en nombre de blessures pour 1000 expositions d'athlètes (équivalent à la participation d'un athlète à un entraînement ou une compétition).
Chez une population de sportifs lycéens, l'incidence est estimée à 0,65 pour 1000 expositions d'athlètes (15). Ici, on ne retrouve d'ailleurs aucune disparité entre les hommes et les femmes.

D'autres études ont étudié les athlètes universitaires aux États-Unis (via des données de la NCAA National Collegiate Athletic Association), dont leur pratique se rapproche de nos clubs professionnels en France (1)(16)(17).

Dans le foot, l'incidence est de 0,11 chez les hommes et de 0,32 chez les femmes (15). On observe ainsi un risque quasi 3 fois plus élevé chez les femmes (1)(15). L'incidence est encore plus élevée dans le foot indoor, à 1,88 pour les hommes et 5,21 chez les femmes.

Dans le football Américain, l'incidence est de 0,08 chez les hommes.

Au rugby, l'incidence est de 0,18 chez les hommes et de 0,36 chez les femmes, soit un ratio femmes/hommes de 2.

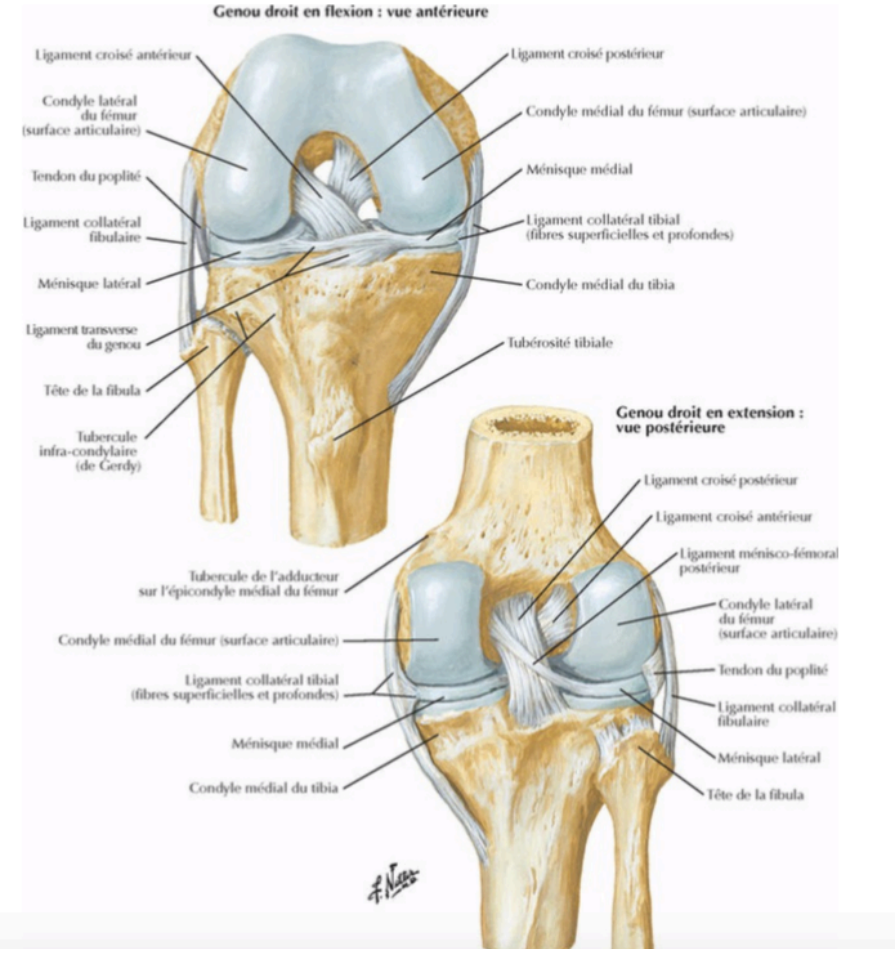
Au basketball, l'incidence est de 0, 08 chez les hommes et de 0, 29 chez les femmes, soit un ratio de 3,63.

Pour le Ski Alpin, l'incidence est estimée entre 0,02 et 0,04 lésions du LCA pour 1000 journées de ski dans une population vivant en station de ski.
Cette incidence augmente fortement sur la population générale, estimée entre 0,40 et 0,63 lésions du LCA pour 1000 journées de ski. Cependant, on ne retrouve dans le Ski Alpin aucune disparité entre les hommes et les femmes.

Au total, les skieurs occasionnels ont le risque le plus élevé (sans distinction de genre).
Les femmes sont 3 fois plus à risque dans le football et le basketball.
Enfin, chaque joueuse de football ou de basketball a un risque approximatif de lésion du LCA de 5% par an (ce qui correspond pour un effectif de 20 joueuses à 1 joueuse blessée par an).

B) Anatomie du Genou

1) Les Os du Genou et les cartilages



Le genou est constitué de 3 os longs : le fémur (via ses 2 condyles), le tibia (via ses plateaux tibiaux médial et latéral) et la patella (anciennement appelée rotule).
Cette articulation synoviale est donc composée de 2 articulations :

- Fémoro-tibiale (interne et externe), avec interposition des ménisques entre les condyles fémoraux et les plateaux tibiaux
- Fémoro-patellaire, permettant le glissement de la patella dans la trochlée fémorale.

La mobilité du genou lui permet un travail dans 1 seul axe, en extension ou flexion. Cependant, il est important de noter qu'un léger degré de mobilité en rotation vient s'ajouter lorsque le genou est fléchi.

Les surfaces articulaires de ces os sont recouvertes d'un cartilage d'encroutement, ce qui permet leur glissement les uns par rapport aux autres.

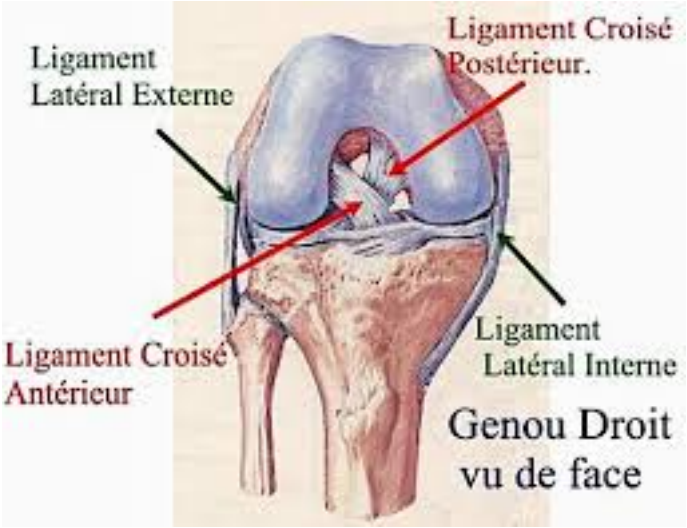
On trouve également 2 cartilages fibreux, les ménisques, qui s'insèrent entre les condyles fémoraux et le plateau tibial, triangulaire à la coupe et adhèrent à la capsule articulaire à leur périphérie.
Le ménisque médial est en forme de C ouvert. Il a plutôt un rôle de stabilité tandis que le ménisque latéral en forme de O a d'avantage un rôle de mobilité.
Ces 2 ménisques doivent être considérées comme de véritables éponges permettant au genou d'absorber les chocs et de protéger les cartilages articulaires.

2) La capsule articulaire

Il s'agit d'une enveloppe fibreuse qui s'étend de l'extrémité inférieure du fémur à l'extrémité supérieure du tibia, et qui délimite l'articulation du genou.
Cette capsule est relativement mince et lâche à la partie antérieure du genou. Elle est au contraire épaisse et résistante en arrière, enveloppant les condyles fémoraux (pour former la coque condylienne).
A l'intérieur de la cavité articulaire délimitée par cette capsule, circule le liquide synovial sécrété par la membrane synoviale, permettant le glissement des surfaces articulaires, la lubrification de l'articulation et l'apport en nutriments pour les cartilages, dont les ménisques.

3) Les ligaments

Le genou est maintenu par un ensemble de ligaments permettant sa stabilité lors de la marche et des activités physiques.



- Le Pivot central est composé du LCA (Ligament Croisé Antérieur) et du LCP (Ligament Croisé Postérieur) et permet de lutter contre les mouvements de rotations et une stabilité dans le plan antéro-postérieur.
    - Le LCA nait depuis la face postéro-médiale du condyle fémoral latéral et s'insère sur la face antéro-médiale du plateau tibial.
      Ce ligament est le plus puissant du genou. Il est composé de 2 faisceaux : un faisceau antéro-médial (le plus puissant) et un faisceau postéro-latéral. Ceux-ci sont tendus en extension et détendus lorsque le genou est en flexion.
      Le rôle principal du LCA est de s'opposer à la translation antérieure du tibia par rapport au fémur.
      Ses 2 rôles complémentaires sont de contrôler la laxité antéro-postérieure de genou lors de la flexion (entre 0 et 45° par le faisceau postéro-latéral et entre 0 et 90° par le faisceau antéro-médial) et de contrôler la laxité rotatoire (via la tension du faisceau postéro-latéral).

    - Le LCP nait depuis la face antéro-latérale du condyle fémoral médial et s'insère sur la face postéro-latérale du plateau tibial.
      Il est également composé de 2 faisceaux : un faisceau antéro-latéral et un faisceau postéro-médial.
      Le rôle de ce ligament est de lutter contre la translation postérieure du tibia par rapport au fémur.

- Les ligaments latéraux comprenant le plan ligamentaire interne et le plan ligamentaire externe.
    - Le plan ligamentaire interne est composé par les 2 plans du Ligament Collatéral Médial (ou Ligament Latéral Interne) et par le point d'angle postéro-interne (PAPI).
      Le LCM nait de la face médiale de l'épicondyle médial du fémur et s'insère sur la face antéro-médiale du tibia, en regard de la patte d'oie. Il comprend 2 plans : le plan profond fémoro-ménisco-tibial et le plan superficiel fémoro-tibial.
      Le PAPI est un renforcement de la capsule articulaire où se croisent les extensions du muscle semi-membraneux et du LCM. La corne postérieure du ménisque interne adhère fortement à cette structure.
      Le rôle du plan ligamentaire interne est de lutter contre les forces en Valgus.

    - Le plan ligamentaire externe est composé du Ligament Collatéral Latéral (ou Ligament Latéral Externe) et du point d'angle postéro-externe (PAPE).
      Le LCL, plus court et plus fin que le LCM, nait de la face externe du condyle fémoral latéral et s'insère sur la tête de la fibula.
      Le PAPE est une zone de renforcement de la capsule articulaire par le tendon du muscle poplité, la corne postérieure du ménisque externe ainsi que le tendon distal du biceps fémoral.
      Par ailleurs ce plan ligamentaire externe est également complété par l'insertion de la bandelette ilio-tibiale sur le tibia, au niveau du tubercule de Gerdy.
      Le rôle du plan ligamentaire externe est de lutter contre les forces en Varus

4) L'appareil extenseur du genou

Situé à la face antérieure du genou, il est composé de 3 éléments principaux :

- Le tendon quadricipital, formé par les terminaisons des 4 vastes du quadriceps
- La patella, sur laquelle s'insère les fibres du tendon quadricipital sur son pôle supérieur et les fibres du tendon patellaire sur son pôle inférieur. Sa surface articulaire postérieure est recouverte d'un cartilage lui permettant de glisser dans la trochlée fémorale lors des mouvements de flexion – extension du genou.
  Son rôle est de transmettre les forces développées par les muscles de la cuisse en direction de la jambe, permettant ainsi l'extension de la jambe.
- Le tendon patellaire (ou rotulien), qui nait du pôle inférieur de la patella et s'insère plus bas sur la tubérosité tibiale antérieure.

C) <u>Mécanisme Lésionnel</u>

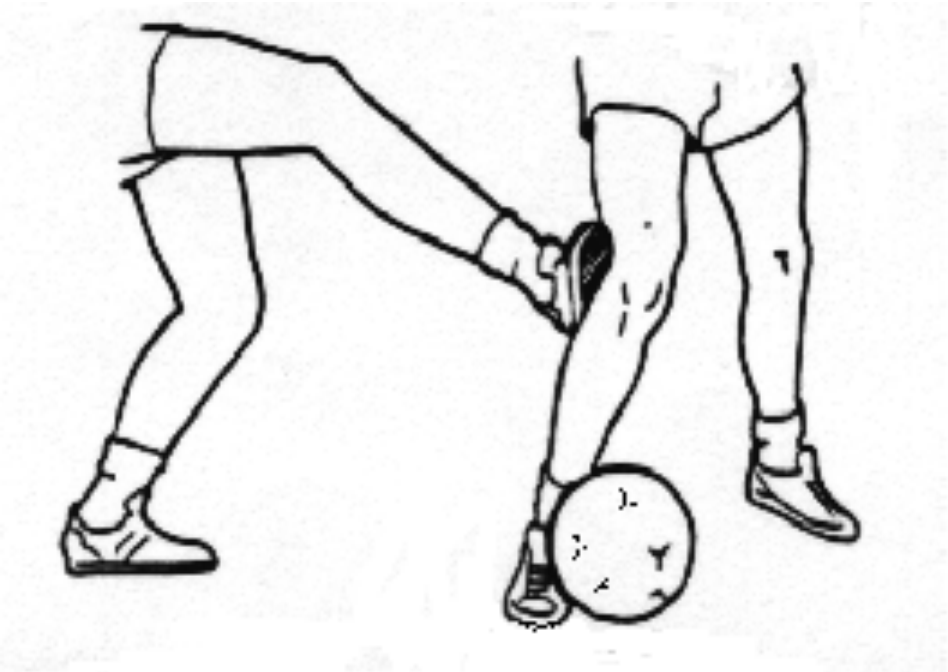
La majorité des lésions du LCA arrivent sans contact, c'est à dire sans l'intervention d'un adversaire, lors d'un saut, d'une réception ou d'un pivot.

Dans le football, l'incidence des lésions avec contact est de 0,04 pour 1000 expositions d'athlètes masculins et de 0,1 pour 1000 expositions d'athlètes féminins alors que celle des lésions sans contact est de 0,04 pour 1000 expositions d'athlètes masculins et de 0,13 pour 1000 expositions d'athlètes féminins (17).

Pour comprendre les différents mécanismes lésionnels, il est important de préciser que le LCA est dans une grande position de stress et de tension lors de l'extension du genou ou avec une flexion minimale de 5-20 degrés, avec une attitude en valgus (rotation interne du genou).

Ainsi, le mécanisme lésionnel de LCA sans-contact le plus souvent décrit résulte d'un mouvement en Valgus-Flexion-Rotation Externe du membre inférieur (18). Les circonstances de ce mécanisme sont variables : traumatisme souvent non appuyé, genou plus ou moins fléchi, pied en appui lors d'une glissade ou d'un changement de direction ou de réception d'un saut.

C'est ce type de mécanisme qui peut être à l'origine de la « triade terrible (19) » associant une lésion du LCA et du LCM, plus une lésion méniscale ou cartilagineuse. Ainsi, on considère en théorie que la séquence habituelle est l'atteinte du PAPI et/ou du LCM, puis du ménisque interne (pouvant être le siège d'une désinsertion périphérique), et enfin du LCA qui se rompt sur le bord axial du condyle fémoral latéral.
Malgré tout, l'atteinte isolée du LCA reste également fréquente.



Flexion-Valgus-Rotation externe

Cependant, d'autres mécanismes ont aussi été décrits (19) :

- La Rotation Interne forcée pure ; au cours de laquelle le LCA s'enroule autour du LCP. Ce type de mécanisme peut se retrouver lors d'une torsion externe du tronc et de la cuisse alors que le pied reste fixé au sol (crampons de foot, ski planté dans la neige). Le facteur de risque principal de ce mécanisme reste l'absence d'ouverture de la fixation du ski, empêchant celui-ci de déchausser lors de la chute.

- Le Varus-Rotation Interne ; se produisant en légère flexion du genou. On observe alors des lésions variées du plan externe au cours de la 1ère phase puis une mise en tension du LCA lors de la 2nde phase aboutissant à sa rupture complète. Des contusions osseuses et une atteinte du tractus ilio-tibial lui sont fréquemment associées dans ce mécanisme.

- L'Hyper Extension brutale non appuyée, lors d'un shoot dans le vide au football par exemple, un saut au handball, un lancer de jambe au karaté. L'échancrure inter condylienne, rétrécie au niveau de sa portion haute, vient sectionner le LCA contre laquelle il vient se tendre.

D) Diagnostic

Le diagnostic d'une lésion du ligament croisé antérieur repose tout d'abord sur un examen clinique rigoureux.
L'interrogatoire pourra rechercher une sensation d'instabilité et un mécanisme lésionnel évocateur.
L'inspection recherchera une boiterie et surtout la présence d'une hémarthrose (signe du glaçon).
Un testing ligamentaire sera ensuite effectué recherchant notamment les signes suivants : présence d'un arrêt mou ou retardé au test de Lachman (tiroir antérieur à 30° de flexion), présence d'un tiroir antérieur à 90° de flexion, la présence d'un ressaut rotatoire (ou Pivot Shift Test).

L'examen clinique recherchera aussi une atteinte associée d'autres structures :
- La recherche d'un tiroir postérieur, genou à 90° de flexion (atteinte du Ligament Croisé Postérieur)
- La recherche d'une laxité en valgus, genou en flexion (atteinte du Ligament Collatéral Médial) et genou en extension (atteinte du Point d'Angle Postéro-Interne).
- La recherche d'une laxité en varus, genou en extension (atteinte du Ligament Collatéral Latéral) et genou en extension (atteinte du Point d'Angle Postéro-Externe).
- La recherche d'une atteinte méniscale à la palpation de l'interligne articulaire et au Grinding Test

E) Traitements

Il existe 3 types de prises en charge pour une lésion du LCA.

1) Le traitement chirurgical

La réparation du LCA est l'une des interventions les plus pratiquées en médecine du sport avec plus de 35000 opérations en 2007 par exemple (20).
Le traitement chirurgical consiste de nos jours essentiellement en une ligamentoplastie, sous arthroscopie (et souvent assistée par ordinateur), en remplaçant le LCA par une autogreffe (rarement une allogreffe). Le tendon prélevé dépend alors de la technique utilisée :

- La technique de Kenneth-Jones (KJ) consiste à prélever une partie du tendon patellaire avec une baguette osseuse à chaque extrémité qui sera ensuite réinséré à la place de l'ancien LCA, et à fixer à travers des tunnels osseux forés dans le tibia et le fémur.

- La technique du DIDT (Droit Interne Demi-Tendineux) consiste à prélever les tendons du muscle Droit Interne et du muscle Demi-Tendineux, puis à les plier en 2 pour obtenir une greffe de 4 brins et ensuite les réinsérer à travers les tunnels osseux.

- La technique du tendon Quadricipital correspond au même type de prise en charge que le KJ mais en prélevant cette fois-ci une partie du tendon quadricipital.

- La technique du DT4 avec système TLS est une technique similaire au DIDT mais qui consiste à ne prélever qu'un seul tendon des ischio-jambiers (la terminaison du tendon du muscle demi-tendineux) que l'on va ensuite replier en 4 pour obtenir une greffe courte à 4 brins, que l'on pourra ensuite réinsérer à travers les tunnels osseux.

- La technique de Macintosh avec plastie mixte intra et extra-articulaire au fascia lata : une bandelette de la portion distale du fascia lata est ici utilisée comme transplant mais dont l'insertion sur le Tubercule de Gerdy est conservée. Il sera ensuite tracté à travers le tunnel fémoral pour être fixé dans le tunnel tibial.

- Enfin la ligamentoplastie à double faisceau et la technique de Lemaire (ténodèse du fascia lata associée) sont 2 techniques ayant pour but de contrôler la laxité antérieure mais aussi rotatoire, constituant des pistes intéressantes pour l'avenir.

2) Le traitement fonctionnel

Ce type de traitement peut être décomposé en plusieurs étapes comme suit (21) :

- L'information et l'éducation du patient concernant les risques de ce traitement et de l'instabilité résiduelle, les mécanismes de récidive, l'intérêt d'un travail de musculation et de proprioception. Le but est de motiver les patients à adopter un comportement actif dans leur rééducation.

- Le contrôle des symptômes et la stabilisation de l'articulation, à l'aide de la cryothérapie pour diminuer l'inflammation, une éventuelle décharge et immobilisation par orthèse, des antalgiques et du repos. Une ponction évacuatrice d'hémartrose pourra aussi être envisagée en cas de volume important afin d'accélérer la récupération des amplitudes articulaires.
  On note par ailleurs que chacune des étapes suivantes devront respecter la règle de la non-douleur, sans « forcer le genou » et ces techniques visant à diminuer les signes d'inflammation seront donc répétées régulièrement au cours de la rééducation.

- Le gain des amplitudes articulaires, à travers un travail passif puis actif, permettant de récupérer la totalité des amplitudes en luttant notamment contre le flessum. Des techniques de Facilitation Neuromusculaire Proprioceptive, de balnéothérapie ainsi qu'une mobilisation sur un vélo sont des techniques intéressantes dans cette démarche.

- Le renforcement musculaire, notamment du quadriceps, des ischio-jambiers, des abducteurs et rotateurs externe de hanche et du gastrocnémien, en prenant le membre controlatéral comme référence. C'est l'un des éléments cruciaux de la rééducation car elle va permettre de maintenir le genou lors des mouvements et d'éviter la récidive d'instabilité en Valgus-Flexion-Rotation Externe.
  La stimulation électrique transcutanée peut être utilisée précocement afin de limiter l'atrophie musculaire. Un travail isométrique sera ensuite débuté, suivi d'un travail concentrique et d'un travail excentrique. Le travail isocinétique est, quant à lui, très efficace mais potentiellement agressif et doit donc être proposé à un stade avancé, au bout de 3 à 4 mois.

- Le travail proprioceptif est indispensable, lui aussi primordial pour le pronostic fonctionnel du genou. Son but est une reprogrammation neuromusculaire afin de réapprendre au patient des schémas moteurs, à travers un travail d'agilité, d'équilibre, de coordination, avec des exercices spécifiques de déstabilisation.

- Le reconditionnement à l'effort, aussi appelé réathlétisation, a pour but la récupération d'une capacité aérobie permettant la pratique du sport intéressé. Cette phase ne pourra cependant débuter qu'après la récupération des amplitudes articulaires et la normalisation de la force musculaire (éventuellement objectivée par un test isocinétique vers 4 mois). Il comprendra tout d'abord un travail sur vélo, puis la natation crawlée, la course lente en ligne.

- Enfin, la phase d'athlétisation aura pour but le retour au terrain dans la discipline concernée. Un travail de course avec changement d'appuis sera donc utilisé, avec utilisation progressive du matériel sportif tel qu'un ballon ou une raquette.

Cependant, le risque d'instabilité est relativement important avec ce type de traitement. C'est pourquoi les candidats à ce type de traitement sont idéalement des patients sédentaires, avec peu d'activité physique ou pratiquant des sports sans pivot, d'âge supérieur à 30 ans, sans lésion méniscale ou ligamentaire grave associée, avec un index de Lysholm supérieur à 60°, n'ayant eu qu'un seul épisode d'instabilité, avec un Hop Test supérieur à 80, sans hyperlaxité, ou avec une valeur de KOS-ADL (Knee Outcome Score Activities Daily Life) supérieur ou égal à 80.
Certaines études ont d'ailleurs montré un taux de retour au sport au même niveau de plus de 60% après traitement fonctionnel lorsque les patients sont bien sélectionnés pour cette indication (22).

3) Le traitement orthopédique

Plus rarement utilisé que les 2 précédents, il est néanmoins possible de faire cicatriser le LCA si certaines conditions sont réunies.
Certains protocoles utilisés permettent des taux de cicatrisation allant de 16% cliniquement (23) à 30-40% voire même jusqu'à 74% en imagerie (24)(25).

Le patient est immobilisé pendant 45 jours dans une orthèse articulée idéalement thermoformée, rigide. Cette orthèse sera déverrouillée de 0° à 30° les 15 premiers jours, de 0 à 60° les 15 jours suivant, puis de 0° à 90° les 15 derniers jours ; avec un appui protégé pendant la première semaine.
Le patient sera revu régulièrement en consultation, à 1 mois, 2 mois et 3 mois afin de tester la cicatrisation du LCA avec la manœuvre de Lachman et le Pivot Shift Test.

Le délai moyen de retour au sport au même niveau est d'environ 4 à 5 mois avec cependant un taux de récidive d'entorse d'environ 50% à 7 mois ! Le facteur prédictif de rechute semble être lié à la reprise de sports de pivot.
Par ailleurs, la qualité de la cicatrisation mesurée par l'examen clinique et la laximétrie n'influence pas le taux de récidive.
Il a en revanche été démontré que 92% des patients avec un aspect cicatrisé du ligament parallèle à la ligne de Blumensaat à l'IRM, pouvaient pratiquer occasionnellement un sport sans pivot.

Ce type de traitement est donc à proposer à des personnes non sportives ou pratiquant un sport sans pivot. Le nombre important de rechute et d'instabilité chez des personnes sportives en compétition, notamment avec des sports à risque, explique que ce traitement est peu proposé à ce type de population, notamment dans le sport de haut niveau.

F) Conséquences et Complications

Comme dit précédemment, le LCA permet de lutter contre la translation du tibia et de stabiliser le genou dans tous les mouvements de pivot et de rotation.
Ainsi, il est tout à fait possible de pratiquer un sport en ligne tel que le vélo ou la natation type crawl avec un LCA rompu ; c'est la base du traitement fonctionnel, qui essaie de diminuer l'instabilité du genou à travers un soutien musculaire important.

Cependant, l'instabilité de genou sera toujours présente à minima, à travers des micromouvements de translation du fémur sur le tibia. Deux conséquences principales en résultent :
- Les lésions méniscales, pouvant aller de 60% initialement, jusqu'à 90% au bout d'un an (26).
- Les lésions de chondropathie fémoro-tibiales, voire même fémoro-patellaire, présentent dans 34% des patients opérés, à 1 an, avec un risque 6,8 fois plus important en cas de méniscectomie associée lors de l'intervention (27).

G) Facteurs de risque

Une lésion du LCA sans contact résulte d'un mécanisme lésionnel particulier. Or, celui-ci sera provoqué par l'accumulation de facteurs de risques. Un grand nombre de ces facteurs a d'ailleurs été reconnu par l'étude de Hewett en 2016 (28), aussi recensés dans l'étude de Lefevre en 2011 (5).

1) Facteurs de risques non modifiables, intrinsèques

- Le sexe féminin : les femmes ayant un risque 2 à 8 fois plus important, selon les études (3). Cependant, ce risque est atténué avant la puberté où aucune différence n'a été retrouvée entre filles et garçons (29)(30).

  Plusieurs facteurs ont d'ailleurs été étudiées et sont désormais considérés comme pouvant expliquer ce sur-risque chez les femmes :
  - Le facteur hormonal, avec un nombre de lésions du LCA 2,4 fois plus important lors de la période pré-folliculaire et ovulatoire, notamment entre le 9ème et le 14ème jour (2)(31). En revanche, il n'existe aucune preuve actuelle de l'effet protecteur des contraceptifs oraux.
  - La profondeur de l'échancrure inter-condylienne, plus étroite chez les femmes (32).
  - Un petit volume du LCA (plus souvent retrouvé chez les femmes) : une étude ayant retrouvé un volume du LCA plus petit chez les patients avec lésions de LCA (1921 mm3 pour le groupe blessé, contre 2151 mm3 pour le groupe contrôle) (33).

- La pente postérieure du plateau tibial élevée

- Un recurvatum important

- Une pronation du médio-pied (suite à une chute excessive de l'os naviculaire) et un excès de valgus de l'arrière pied, qui favorisent le valgus et la rotation externe du tibia sous le fémur (34).

- Une antétorsion fémorale augmentée, entrainant une inefficacité du moyen fessier par manque de recrutement en cours interne, augmentant ainsi l'adduction fémorale et donc le risque de valgus dynamique (34).

- La morpho-statique, avec notamment la présence d'un valgus dynamique lors de la réception d'un saut (35).

- L'antécédent d'entorse du genou : dans l'étude de Myer, les athlètes féminines subissant une lésion du LCA avaient ainsi un antécédent d'entorse du genou dans 37% des cas, contre 29% dans le groupe témoin (7). Les joueuses avec antécédent de lésion du LCA sont d'ailleurs 15 à 25 fois plus à risque de lésion du LCA controlatéral lors du « return to play » (soit environ 5 fois plus que les hommes)(6).

- La prédisposition génétique ; des études récentes ayant retrouvé les mêmes facteurs de risque de lésion de LCA chez des sœurs jumelles (36).

- L'hyperlaxité ligamentaire, entrainant un risque plus élevé de lésions du LCA, notamment en cas d'hyperlaxité des genoux(8).
  L'hyperlaxité ligamentaire naturelle est d'ailleurs plus fréquemment retrouvée chez les jeunes filles que chez les garçons (37).

De plus, certaines pathologies avec hyperlaxité pathologiques telles que le syndrome de Marfan ou le syndrome d'Ehlers Danlos entrainent elles aussi un sur-risque.

2) Facteurs de risques modifiables

a) Intrinsèques

- L'IMC : le surpoids entrainant une charge plus importante sur le LCA, notamment lors d'un mécanisme appuyé. Il a ainsi démontré que le surpoids est un facteur de risque de lésion du LCA et de récidive après ligamentoplastie (4).

- Le déficit neuromusculaire : en effet, les femmes ont un schéma corporel avec un quadriceps dominant, au contraire de l'homme chez qui le recrutement des ischio-jambiers est significativement plus élevé. Or, comme décrit précédemment, l'un des mécanismes de lésion du LCA est l'hyper extension de genou, qui s'obtient via une contraction excentrique du quadriceps (5). La présence d'un faible ratio ischio-jambiers / quadriceps est donc un facteur prédictif de lésion de LCA.

- Le déficit biomécanique : lors de la réception d'un saut, une faible flexion de hanche et de genou, et une forte flexion dorsale de cheville. De même, une attitude en adduction de hanche et rotation interne de hanche, qui auront pour conséquence une compensation en valgus et rotation externe du tibia.

- La fatigue physique ou mentale, via l'altération du contrôle neuromusculaire

- Le niveau amateur

b) Extrinsèques

- Le sport en compétition versus lors de l'entrainement. Sans qu'aucune étude n'ait montré d'explications à ce facteur de risque, certaines ont montré que les sportifs sont plus à risque de lésion du LCA lors d'une compétition que lors de l'entrainement (38)(39). Ceci pourrait peut-être s'expliquer par une différence d'engagement…

- Les sports de pivot tels que le handball, le football ou le rugby (31).

- La surface et le terrain : avec un risque plus élevé de lésion en cas d'augmentation du coefficient de frottement entre les chaussures de sport et les surfaces de jeu. Ainsi, les terrains en herbe sont moins à risque que les nouveaux terrains synthétiques mais plus à risque que les vieux terrains synthétiques des années 2010 (40), de même que les sols artificiels sont plus à risque que les parquets en bois.

- Le chaussage et l'équipement, étant donné que le risque de lésion du LCA augmente avec le coefficient de frottement. Ainsi, d'après l'étude de Mansfield en 2017, dans l'ordre décroissant du risque, on retrouve les crampons vissés pour terrains gras, les crampons à lames, puis les chaussures pour terrains stabilisés (avec de nombreux petits crampons circulaires) et enfin les crampons ronds plus classiques(40). Pourtant, la mode actuelle tend plutôt vers des crampons à lames…
  Cependant, il est important de noter que le plus important est d'adapter les chaussures à la surface de jeu. Ainsi, sur un terrain en herbe par exemple, aucune différence de force de friction significative n'est retrouvée entre les différentes chaussures.
  Malgré tout, il existe certain couples chaussure – surface de terrain qu'il convient de ne pas associer :

- Les chaussures de stabilisé sur des terrains en herbe
- Les crampons vissés sur des terrains synthétiques

Le meilleur couple, et celui conseillé par cette étude, reste donc les crampons ronds classiques sur un terrain en herbe. Lors des matchs sur terrains synthétiques, les chaussures de stabilisé ou les crampons ronds classiques sont eux conseillés.

- Les conditions météorologiques : avec un risque plus important lors des périodes sans pluie et de forte évaporation, induisant une adhérence importante des chaussures sur le terrain (41).

H) Prévention

Comme détaillé précédemment, il existe donc un grand nombre de facteurs de risque. Un grand nombre d'entre eux sont modifiables et c'est sur cette correction que doit agir la prévention des lésions du LCA.

Ainsi, 3 axes de prévention ont été décrits par Tamalet et Maillé en 2014 (34):
- Le renforcement des muscles ischio-jambiers.
- L'amélioration du contrôle neuro-musculaire à travers un échauffement adapté et en évitant la fatigue pouvant altérer ce contrôle.
- La correction du positionnement des membres inférieurs lors de la réception d'un saut : accentuer la flexion de hanche et de genou pour limiter les forces s'appliquant au genou lors de la réception. On veille également à prévenir l'attitude en flexion-rotation externe du tibia et en varus-rotation interne du fémur.
  Une analyse vidéo pourra être utilisée afin de mieux visualiser les déficits et améliorer ainsi la posture lors de la réception.

La prévention des lésions du LCA s'inscrit donc logiquement à travers des protocoles de prévention primaire multimodaux. Ensuite, il convient dans un second temps de dépister les facteurs prédictifs pour chaque joueur afin d'individualiser la prévention.

3) Protocoles de prévention primaire des lésions du LCA

A) Les protocoles multimodaux

Par opposition au protocole de rééducation analytique qui se concentre essentiellement sur la rééducation d'un groupe musculaire ou d'une fonction, les protocoles multimodaux agissent quant à eux sur un ensemble de facteurs. Ils comprennent donc un ensemble d'exercices à réaliser régulièrement afin d'améliorer les performances globales du joueur.

On distingue ainsi globalement plusieurs axes de traitement :

- Le renforcement musculaire, notamment des muscles ischio-jambiers (en endurance et en force avec le Ratio Mixte de Croisier) et du quadriceps.
  Une précédente étude réalisée au FCGB par le staff médical et le Dr MASSON (42) en 2016 s'était d'ailleurs intéressée à l'utilisation de l'isocinétisme dans les clubs de football professionnels en France ainsi qu'à ses modalités d'utilisation.
  Le gainage abdominal ainsi que le stretching régulier de l'ensemble des muscles et des articulations du membre inférieur sont également importants.

- Des exercices de pliométrie, à travers des impulsions et réceptions bipodales et monopodales

- Un travail de proprioception afin d'acquérir un bon contrôle global du tronc et des membres inférieurs, en statique et en dynamique.

- Une programmation neuro-musculaire du geste technique, avec l'acquisition d'une stabilité fonctionnelle du valgus dynamique, une anticipation et une pré-activation des patterns moteurs, et un bon contrôle moteur du tronc.

B) Modalités et exemples

La plupart de ces protocoles multimodaux sont composés d'un ensemble d'exercices à réaliser en échauffement, avant chaque entrainement et chaque match.
Ils ne nécessitent pour la plupart aucun matériel particulier, ce qui constitue un avantage intéressant pour les clubs amateurs.
Idéalement, ces protocoles sont réalisés pendant 20 min, au moins 3 fois par semaine. Ainsi, l'entraineur et le préparateur physique doivent être placés au centre de cette démarche, dans une optique de prévention des blessures, avec une intégration de ce protocole au sein de l'entrainement.

La première publication concernant un protocole multimodal de prévention des blessures chez les footballeurs est apparue en 1983 (43). Elle montre l'efficacité d'un programme de prévention médicalisé comprenant un échauffement obligatoire avant de pouvoir frapper dans un ballon, un bon chaussage, un taping de la cheville, une rééducation des joueurs blessés, une information des joueurs et des entraineurs, et l'exclusion des joueurs avec une instabilité de genou.

Peu d'études ont ensuite étudié ces protocoles de prévention, qui restaient à cette époque réservés à des sportifs professionnels du fait de l'investissement des dirigeants.
Cependant, le F-MARC (FIFA Medical Assessement Research Center) a lancé en 2000 une première étude sur une population des footballeurs amateurs devant l'augmentation croissante du nombre de licenciés dans le monde et la faible information de ces sportifs de moins bon niveau concernant les stratégies de prévention. Elle consistait en l'amélioration de la structuration de l'entrainement à travers une information donné aux entraineurs, et incluait une série de 10 exercices dont le but était d'améliorer la stabilité des chevilles et des genoux, la souplesse et le gainage du tronc et des membres inférieurs et la coordination des membres inférieurs. On retrouvait également une rééducation des blessures, un taping des chevilles instables, une amélioration de l'échauffement et une promotion du fair-play.

C'est à partir de cette première étude que le F-MARC décida de réaliser en 2003 un premier programme de prévention pour les footballeurs amateurs, avec un consensus d'experts international : le **protocole « FIFA the 11 ».** Son but était alors la prévention des lésions les plus fréquentes chez le footballeur telles que les entorses de chevilles et de genou, et les lésions musculaires (notamment celle des ischio-jambiers).
Ce programme de 10 à 15min doit être réalisé quotidiennement, et non pas seulement avant les entrainements ou les matchs, et contient les exercices suivants :
- Gainage rachidien classique (planche) et latéral
- Exercice du « ski de fond »
- Trois exercices d'équilibre monopodaux sur l'avant-pied avec flexion de genou, de hanche et alignement du genou au-dessus des orteils
- Trois exercices de stabilisation dynamique, de techniques de sauts, de pliométrie et de conditionnement neuro-moteur : sauts au-dessus d'une ligne (avant, arrière et coté), course en zigzag, sauts bondissants en veillant toujours à l'alignement du membre et à la qualité de la réception avec genoux et hanche fléchis.

Un autre programme a été élaboré en 2005 par le Santa Monica Sports Medicine Research Foundation (44) dans le cadre d'une étude sur des footballeuses amatrices, avec pour objectif principal la prévention des lésions du LCA : l**e « PEP Program » (Prevent Traumatisme and Enhance Performance Program)**. Celui-ci doit être effectué au moins 3 fois par semaine, pendant au moins 12 semaines et comporte 5 parties (échauffement, renforcement, pliométrie, agilité et étirement) reprenant globalement les mêmes types d'exercices :

- Courses navettes, courses en arrière, foulées bondissantes
- Saut bondissant en avant, en arrière, latéraux, en ciseaux, verticaux
- Travail musculaire : ischio-jambiers nordiques, fentes, montées sur pointes de pieds
- Étirements

Cette étude retrouvait alors des résultats encourageants avec une diminution de 88% des lésions de LCA lors de la première saison et de 74% lors de la seconde saison (chez une population de footballeuses amatrices).

Intéressée par les bons résultats obtenus par le PEP Program, la FIFA a donc décidé d'actualiser son protocole en publiant le **« FIFA 11+ »** en 2006. Ce dernier est alors dirigé spécifiquement sur la prévention de 2 des lésions les plus fréquentes du footballeur (en dehors des lésions des ischio-jambiers) : l'entorse latérale de cheville et la rupture du LCA.
D'une durée de 20 min, il comprend en plus des exercices du « FIFA the 11 », des exercices empruntés au « PEP Program », notamment de course, afin de pouvoir remplacer l'échauffement en début d'entrainement et de match, dans un but d'améliorer la compliance des joueurs et des entraineurs. Nous les détaillerons plus précisément un peu plus loin.

Une première étude de 2008 (45), mentionnée dans le manuel du FIFA 11+, analysant une populations de féminines amatrices retrouvait une diminution de toutes les blessures confondues de 34,3%, des blessures du genou de 44,6%, des blessures de la cheville de 27,1% et des blessures graves de 47,7%.

Une seconde étude de 2015 (46) réalisée chez des footballeurs universitaires de 1ère division aux USA retrouvait là aussi une efficacité importante avec une diminution des blessures de 46,1% et du temps d'indisponibilité de 28,6%.

Une troisième étude de 2015 réalisée chez une population d'adolescents masculins de 14 à 19 ans Sud-Africains retrouvait une diminution de 48% des lésions des membres inférieurs, notamment concernant les blessures dites sans-contact (d'un adversaire).

D'autres programmes de prévention ont également vu le jour, mais un peu moins utilisés. On retrouve par exemple le **Frappier Acceleration Training Program** en 2004, le **KLIP** en 2006 et le **HarmoKnee** en 2010.

C) Le FIFA 11+ en détails

Le FIFA 11+ est un programme d'échauffement élaboré en 2006 par un groupe d'experts internationaux du F-MARC, du Centre de recherche en traumatologie sportive d'Oslo et de la Fondation de recherche médicale sportive et orthopédique de Santa Monica. Le principal avantage de ce programme est de pouvoir s'accomplir sans appareil ou équipement, et donc réalisable dans des clubs amateurs. Il est efficace car la plupart des exercices couvrent plusieurs aspects et peuvent remplacer d'autres exercices selon la FIFA.

Ce programme a spécialement été conçu pour les sportifs amateurs ou occasionnels. Il est destiné aux joueurs et joueuses de plus de 14 ans. En effet, chez les enfants, certains exercices ne doivent pas être exécutés ou avec une plus faible intensité, ceux-ci n'ayant pas encore acquis tous les schémas moteurs et une proprioception suffisante. Une version adaptée aux enfants de moins de 14 ans a d'ailleurs été publiée par la FIFA (cf annexe n°1), de même qu'une autre version plus adaptée pour les gardiens de but (47) a été proposée dans une autre étude (cf annexe n°2).

Le FIFA 11+ est composé de 3 parties distinctes qui regroupent au total quinze exercices. Il doit être effectué intégralement avant chaque séance d'entrainement (au moins 2 fois par semaine) et sous une forme écourtée (seulement les parties 1 et 3) avant chaque match. D'une durée totale de 20min, chaque exercice doit être exécuté correctement, comme décrit dans le manuel pour être efficace. Idéalement, l'entraineur et le préparateur physique contrôlent et corrigent l'exécution des exercices si nécessaire.

La première partie, d'une durée de 8 min, comprend 6 exercices de course lente combinée avec des étirements actifs et des contacts contrôlés avec un partenaire :

- Un exercice de course « tout droit » : 2 séries
- Un exercice de course « hanches vers l'extérieur » : 2 séries
- Un exercice de course « hanches vers l'intérieur » : 2 séries
- Un exercice de course avec des « cercles autour du partenaire » : 2 séries
- Un exercice de course avec un « saut et contact d'épaule » : 2 séries
- Un exercice de course « rapide » : 2 séries

- La seconde partie, d'une durée de 10 min, comprend 6 exercices travaillant la force des muscles des jambes et du tronc, l'équilibre, la pliométrie et l'agilité, comportant chacun 3 niveaux de difficulté :
  - Un exercice de « banc » : 3 séries
  - Un exercice de « planche latérale » : 3 séries de chaque coté
  - Un exercice de travail des « ischio-jambiers » : 1 série
  - Un exercice « d'équilibre sur une jambe » : 2 séries
  - Un exercice « d'accroupissement » : 2 séries
  - Un exercice de « sauts » : 2 séries

- Enfin, la troisième partie, d'une durée de 2 min, comprend 3 exercices de course plus rythmée combinés à des démarrages et reprises d'appuis :
  - Un exercice de course de « traversée de terrain » : 2 séries
  - Un exercice de course de « foulée bondissante » : 2 séries
  - Un exercice de course de « changement de direction » : 2 séries

FIFA 11+

1ÈRE PARTIE EXERCICES DE COURSE · 8 MINUTES

1 COURSE TOUT DROIT

Le tracé est construit de six à dix paires de cônes parallèles. La distance entre les cônes est d'environ 5 à 6 mètres. Deux joueurs commencent en même temps à partir de la première paire de cônes. **Courir deux par deux** en petites foulées sur toute la distance jusqu'à la dernière paire de cônes La vitesse peut progressivement être augmentée sur le retour à mesure que les joueurs s'échauffent. **2 séries**

2 COURSE HANCHES VERS L'EXTÉRIEUR

Marcher ou courir tranquillement en petites foulées, s'arrêter à chaque paire de cônes, soulever le genou et **effectuer une rotation de la hanche vers l'extérieur (« ouvrir »)**. Alterner entre la jambe gauche et la jambe droite à chaque paire de cônes. **2 séries**

3 COURSE HANCHES VERS L'INTÉRIEUR

Marcher ou courir tranquillement en petites foulées, s'arrêter à chaque paire de cônes, soulever le genou et **effectuer une rotation de la hanche vers l'intérieur (« fermer »)**. Alterner entre la jambe gauche et la jambe droite à chaque paire de cônes. **2 séries**

4 COURSE CERCLES AUTOUR DU PARTENAIRE

Courir en avant deux par deux jusqu'à la première paire de cônes. Partir en petits pas chassés de côté à 90 degrés vers l'intérieur et se rejoindre au milieu. **Se déplacer à petits pas en formant un cercle complet autour de l'autre joueur** puis retourner vers les cônes. Répéter pour chaque paire de cônes. Ne pas oublier de rester sur la pointe des pieds et de garder son centre de gravité bas en fléchissant les hanches et les genoux. **2 séries**

5 COURSE SAUT ET CONTACT ÉPAULE

Courir vers l'avant deux par deux jusqu'à la première paire de cônes. Se déplacer à petits pas chassés de côté à 90 degrés et se rejoindre au milieu en sautant épaule contre épaule.
N.B.: s'assurer de retomber sur les deux pieds avec les hanches et les genoux fléchis. Ne pas laisser les genoux partir vers l'intérieur. Réaliser un saut complet. Synchroniser le saut et la réception avec le partenaire. **2 séries**

6 COURSE COURSE RAPIDE

Deux par deux, courir rapidement jusqu'à la deuxième paire de cônes puis **revenir rapidement en reculant jusqu'à la première paire de cônes en gardant le bassin et les genoux légèrement fléchis**. Répéter cet exercice en courant sur une distance de deux cônes vers l'avant et d'un cône vers l'arrière. Important : faire de petits pas rapides. **2 séries**

2E PARTIE FORCE · PLIOMÉTRIE · ÉQUILIBRE · 10 MINUTES

LEVEL 1

7 LE BANC STATIQUE

Position initiale: position ventrale en appui sur les avant-bras et les deux pieds. Les coudes doivent être à la verticale des épaules.
Exercice: soulever le corps, en appui sur les avant-bras, rentrer le ventre, et tenir cette position pendant 20-30 secondes. Le corps doit former une ligne droite. Essayer de pas vaciller ni cambrer le dos. **3 séries**

8 PLANCHE LATÉRALE STATIQUE

Position initiale: position latérale avec le genou de la jambe d'appui plié à 90 degrés. Soutenir le haut du corps en s'appuyant sur l'avant-bras et le genou. Le coude du bras d'appui doit être à la verticale de l'épaule.
Exercice: soulever la jambe supérieure et les hanches jusqu'à ce que l'épaule, la hanche et le genou forment une ligne droite. Maintenir cette position pendant 20 à 30 secondes. Faire une courte pause, changer de côté et répéter. **3 séries de chaque côté**

9 ISCHIO-JAMBIERS DÉBUTANT

Position initiale: s'agenouiller sur une surface souple. Demander à un coéquipier de maintenir fermement les chevilles au sol. **Exercice:** le corps doit être complètement droit de l'épaule au genou pendant toute la durée de l'exercice. Se pencher en avant aussi loin que possible, en contrôlant le mouvement avec les muscles ischio-jambiers et les fessiers. Une fois qu'on ne peut plus tenir la position, se laisser tomber en position d'appui facial en mettant progressivement son poids sur les mains. Réaliser au minimum 3 à 5 répétitions et/ou 60 secondes. **1 série**

10 ÉQUILIBRE SUR UNE JAMBE TENIR LE BALLON

Position initiale: debout sur une jambe.
Exercice: se tenir en équilibre sur une jambe tout en tenant un ballon entre les mains. Garder son poids sur la plante du pied. Important : essayer de ne pas laisser le genou partir vers l'intérieur. Tenir pendant 30 secondes. Changer de jambe et répéter. Possibilité de compliquer l'exercice en passant le ballon autour du bassin et sous le genou opposé. **2 séries**

11 ACCROUPISSEMENTS EXTENSION SUR LA POINTE DES PIEDS

Position initiale:debout, les pieds écartés - largeur de hanche, les mains posées sur les hanches si nécessaires.
Exercice: imaginer que l'on est sur le point de s'asseoir sur une chaise. S'accroupir en pliant les hanches et les genoux à 90 degrés. Ne pas laisser les genoux partir vers l'intérieur. S'abaisser lentement puis remonter plus rapidement. Une fois que les jambes sont complètement tendues, se mettre sur la pointe des pieds puis redescendre lentement. Répéter l'exercice pendant 30 secondes. **2 séries**

12 SAUTS SAUTS VERTICAUX

Position initiale: debout, les pieds écartés - largeur de hanche, les mains posées sur les hanches si nécessaires.
Exercice: imaginer que l'on est sur le point de s'asseoir sur une chaise. Plier lentement les jambes jusqu'à approximativement 90 degrés, tenir la position pendant 2 secondes. Ne pas laisser les genoux partir vers l'intérieur. À partir de la position accroupie, sauter aussi haut que possible. Retomber en douceur sur la plante des pieds avec les hanches et les genoux légèrement fléchis. Répéter l'exercice pendant 30 secondes. **2 séries**

LEVEL 2

7 LE BANC UNE JAMBE APRÈS L'AUTRE

Position initiale: position ventrale en appui sur les avant-bras, et les deux pieds. Les coudes doivent être à la verticale des épaules.
Exercice: soulever le corps, en appui sur les avant-bras et rentrer le ventre. Soulever chaque jambe une après l'autre et tenir cette position pendant 2 secondes par jambe. Continuer à alterner le mouvement des jambes pendant 40 à 60 secondes. Le corps doit former une ligne droite. Essayer de pas vaciller ni cambrer le dos. **3 séries**

8 PLANCHE LATÉRALE SOULEVER ET ABAISSER LES HANCHES

Position initiale: position latérale avec les deux jambes tendues. S'appuyer sur l'avant-bras et le rebord du pied afin que le corps forme une ligne droite de l'épaule au pied. Le coude du bras d'appui doit être à la verticale de l'épaule.
Exercice: abaisser la hanche jusqu'au sol puis la soulever à nouveau. Répéter pendant 20 à 30 secondes. Faire une courte pause, changer de côté et répéter. **3 séries de chaque côté**

9 ISCHIO-JAMBIERS INTERMÉDIAIRE

Position initiale: s'agenouiller sur une surface souple. Demander à un coéquipier de maintenir fermement les chevilles au sol. **Exercice:** le corps doit être complètement droit de l'épaule au genou pendant toute la durée de l'exercice. Se pencher en avant aussi loin que possible, en contrôlant le mouvement avec les muscles ischio-jambiers et les fessiers. Une fois qu'on ne peut plus tenir la position, se laisser tomber en position d'appui facial en mettant progressivement son poids sur les mains. Réaliser au minimum de 7 à 15 répétitions et/ou 60 secondes. **1 série**

10 ÉQUILIBRE SUR UNE JAMBE ENVOYER LE BALLON AU PARTENAIRE

Position initiale: les deux partenaires se tiennent à 2-3 mètres l'un de l'autre, debout sur une jambe.
Exercice: tout en gardant l'équilibre et le ventre rentré, s'envoyer le ballon l'un à l'autre. Garder son poids sur la plante du pied. Important : garder le genou légèrement fléchi et essayer de ne pas le laisser partir vers l'intérieur. Continuer pendant 30 secondes. Changer de jambe et répéter. **2 séries**

11 ACCROUPISSEMENTS FENTES AVANT DYNAMIQUES

Position initiale: debout, les pieds écartés - largeur de hanche, les mains posées sur les hanches si nécessaires.
Exercice: effectuer lentement une fente avant à vitesse régulière. En effectuant la fente avant, plier la jambe avant jusqu'à ce que la hanche et le genou soient pliés à 90 degrés. Ne pas laisser le genou partir vers l'intérieur. Essayer de garder le haut du corps et les hanches stables. Traverser le terrain en effectuant des fentes avant (environ 10 fois sur chaque jambe), puis revenir en petites foulées. **2 séries**

12 SAUTS SAUTS LATÉRAUX

Position initiale: debout sur un jambe avec le haut du corps légèrement penché vers l'avant à partir de la taille, les genoux et les hanches légèrement fléchis.
Exercice: sauter sur environ 1 mètre de côté d'une jambe à l'autre. Retomber en douceur sur la plante du pied. Plier légèrement les hanches et le genou en atterrissant et ne pas laisser le genou partir vers l'intérieur. Garder l'équilibre sur chaque saut. Répéter l'exercice pendant 30 secondes. **2 séries**

LEVEL 3

7 LE BANC TENIR UNE JAMBE LEVÉE

Position initiale: position ventrale en appui sur les avant-bras et les deux pieds. Les coudes doivent être à la verticale des épaules.
Exercice: soulever le corps, en appui sur les avant-bras, et rentrer le ventre. Soulever une jambe d'environ 10 à 15 cm au-dessus du sol et tenir cette position pendant 20 à 30 secondes. Le corps doit former une ligne droite. Ne pas laisser la hanche opposée s'abaisser et ne pas vaciller ni cambrer le bas du dos. Faire une courte pause, changer de jambe et répéter. **3 séries**

8 PLANCHE LATÉRALE AVEC JAMBE LEVÉE

Position initiale: position latérale avec les deux jambes tendues. S'appuyer sur l'avant-bras et le rebord du pied afin que le corps forme une ligne droite de l'épaule au pied. Le coude du bras d'appui doit être à la verticale de l'épaule.
Exercice: soulever la jambe supérieure de côté et la rabaisser lentement. Répéter l'exercice pendant 20 à 30 secondes. Faire une courte pause, changer de côté et répéter. **3 séries de chaque côté**

9 ISCHIO-JAMBIERS AVANCÉ

Position initiale: s'agenouiller sur une surface souple. Demander à un coéquipier de maintenir fermement les chevilles au sol. **Exercice:** le corps doit être complètement droit de l'épaule au genou pendant toute la durée de l'exercice. Se pencher en avant aussi loin que possible, en contrôlant le mouvement avec les muscles ischio-jambiers et les fessiers. Une fois qu'on ne peut plus tenir la position, se laisser tomber en position d'appui facial en mettant progressivement son poids sur les mains. Réaliser au minimum de 12 à 15 répétitions et/ou 60 secondes. **1 série**

10 ÉQUILIBRE SUR UNE JAMBE TESTER SON PARTENAIRE

Position initiale: se tenir debout sur une jambe devant son partenaire, séparé de lui par une distance d'un bras.
Exercice: les deux partenaires tentent tous les deux de garder leur équilibre. L'un après l'autre, ils tentent de pousser l'autre dans différentes directions pour lui faire perdre l'équilibre. Essayer de garder son poids sur la plante du pied et d'empêcher le genou de partir vers l'intérieur. Continuer pendant 30 secondes. Changer de jambe. **2 séries**

11 ACCROUPISSEMENTS SUR UNE JAMBE

Position initiale: en équilibre sur une jambe, en se tenant légèrement à son partenaire.
Exercice: plier lentement le genou autant que possible. Bien faire attention à ce que le genou ne parte pas vers l'intérieur. Plier lentement le genou puis le tendre un peu plus rapidement, en gardant les hanches et le haut du corps alignés. Répéter l'exercice 10 fois par jambe. **2 séries sur chaque jambe**

12 SAUTS SAUTS EN CROIX

Position initiale: debout, les pieds écartés - largeur de hanche. Imaginer que l'on se trouve au centre d'une croix fictive sur le sol.
Exercice: alterner les sauts vers l'avant, vers l'arrière, de côté et en diagonale sur la croix. Sauter aussi rapidement et aussi explosive que possible. Les genoux et les hanches doivent être légèrement fléchis. Retomber en douceur sur la plante des pieds. Ne pas laisser les genoux partir vers l'intérieur. Répéter l'exercice pendant 30 secondes. **2 séries**

3E PARTIE EXERCICES DE COURSE · 2 MINUTES

13 COURSE TRAVERSÉE DE TERRAIN

Traverser le terrain en courant, d'un bout à l'autre, à une allure de 75-80% de sa vitesse maximale. **2 séries**

14 COURSE FOULÉE BONDISSANTE

Courir en effectuant de hauts bonds et en levant bien les genoux, retomber en douceur sur la plante des pieds. Effectuer un balancement exagéré des bras pour chaque bond (bras avant opposé à la jambe avant). Essayer de rester dans l'axe avec la jambe avant. Ne laisser pas partir les genoux vers l'intérieur. Répéter l'exercice jusqu'à l'autre bout du terrain, puis revenir en petites foulées pour récupérer. **2 séries**

15 COURSE CHANGEMENT DE DIRECTION

Courir sur 4-5 petites foulées, puis prendre appui sur la jambe extérieure pour changer de direction. Accélérer et sprinter sur 5-7 foulées à grande vitesse (allure de 80-90% de sa vitesse maximale) avant de ralentir et de prendre à nouveau appui sur la jambe extérieure pour changer de direction. Ne pas laisser le genou partir vers l'intérieur. Répéter l'exercice jusqu'à l'autre bord du terrain puis revenir en petites foulées. **2 séries**

D) Le protocole utilisé aux Girondins : un FIFA 11+ modifié

Comme expliqué précédemment, l'équipe féminine du FC Girondins de Bordeaux n'a vu le jour que très récemment. De plus, elle ne disposait pas de réelle salle de musculation et de renforcement dédiée. Ainsi, le travail de pré-séance n'était pas systématique. Des exercices de proprioception ou de gainage ou de renforcement du haut du corps étaient réalisés en alternance dans la semaine. De plus, il était fréquent de commencer directement par un échauffement sur le terrain.

C'est avec la rénovation en 2018 du centre de formation et la construction d'une salle de musculation qu'un protocole de préparation multimodal systématisé a pu être intégré dans l'agenda quotidien des joueuses, à l'initiative du préparateur physique Laurent Friconnet, l'entraineur Jérôme Dauba et du staff médical.

Initialement, le protocole FIFA 11+ fut proposé par le staff médical. Cependant, après discussion avec l'ensemble de l'encadrement de l'équipe, nous nous sommes rendus compte que le FIFA 11+ était non adapté à une équipe professionnelle car n'utilisant pas les moyens techniques mis à notre disposition.
D'ailleurs, l'étude d'O'Brien (48) en 2017 montre que ce protocole est utilisé avec de nombreuses modifications dans de nombreux centres de formation d'équipes professionnelles européennes. Les raisons principales évoquées par les staffs pour justifier ces modifications sont l'ajout de variations fréquentes, de la progression, du challenge et de l'individualisation, afin de pouvoir continuer à motiver les joueurs et à améliorer leur observance. De plus, ces modifications étaient aussi nécessaires pour faciliter l'acquisition d'objectifs de force et de vitesse (via l'ajout de matériel par exemple).

Ainsi, un protocole d'échauffement adapté depuis le FIFA 11+ a été créé par le préparateur physique de l'équipe, utilisant le même type d'exercices mais en intégrant également l'utilisation du matériel à disposition. Celui-ci a donc été mis en place dès le début de la saison 2018-2019.

E) Individualisation de la prévention

Pour clore ce chapitre concernant la prévention des lésions du LCA, il est important de ne pas oublier l'individualisation de cette prévention, dans un second temps.

En effet, les programmes de préparation multimodaux sont destinés à une population générale. Ainsi il conviendra également d'adapter la prévention à chaque sportif. Cette individualisation s'articule autour de 3 axes successifs :

- Tout d'abord le dépistage des facteurs prédictifs individuels : à travers l'examen clinique, une analyse 3D du mouvement d'adduction du genou, un normogramme d'évaluation clinique, une analyse vidéo, une mesure de force par dynamomètre (isocinétique si possible).

- Puis la classification du sur-risque de lésion du LCA via des algorithmes utilisant de multiples paramètres tels que la taille, la masse, les antécédents personnels et familiaux, des tests fonctionnels, des mesures de force musculaire…

- Enfin l'individualisation du programme préventif, en ajoutant des exercices spécifiques ou en accentuant la rééducation sur un déficit identifié par exemple.
  Ainsi, si l'on prend l'exemple d'une joueuse avec une entorse de cheville, le programme de prévention ne se contentera pas de la réalisation du protocole multimodal mais intégrera également des exercices de rééducation spécifiques à la cheville (renforcement des fibulaires ou proprioception par exemple).

4) Mesure de la force musculaire

La mesure de la force musculaire est un critère important pour le staff médical pour suivre et améliorer des performances sportives, dans le cadre de la prévention des lésions musculo-tendineuses, et dans le cadre d'un suivi d'une rééducation par exemple.

Il existe aujourd'hui plusieurs moyens de mesurer une force musculaire :

- Le testing manuel, qui peut être utilisé au cabinet afin de comparer la force développée par un membre comparativement au membre controlatéral. Cependant, la variabilité inter et intra-évaluateur est importante et la fiabilité de ce testing reste médiocre pour le suivi au long cours des patients.

- Le machine d'isocinétisme, qui repose sur 2 éléments principaux : la maitrise de la vitesse (la machine impose une vitesse constante de mouvement au segment de membre, au lieu de lui imposer une résistance fixe) et l'asservissement de la résistance (qui s'adapte automatiquement à tous les angles du mouvement pour être égale à la force musculaire développée, lorsque la vitesse présélectionnée a été atteinte).
  Elle permet ainsi un travail musculaire à vitesse constante et à charge variable. Le principal avantage de cette technique est sa fiabilité et sa reproductibilité. Par ailleurs, elle permet la mesure d'une force musculaire mais peut également être utilisée en rééducation. Cet appareil est en revanche très couteux (plusieurs dizaines de milliers d'euros), difficile à transporter et nécessite une formation pour pouvoir être utilisé.

- Le dynamomètre manuel (dont nous allons parler ci-dessous)

L'ensemble de ces techniques de mesures est ainsi disponible au centre médical du FCGB :

- Une machine d'isocinétique BIODEX SYSTEM 3 PRO (Biodex Medical Systems, Incorporation, Shirley, New York) située au sein du centre d'entrainement de l'équipe professionnelle masculine
- Deux dynamomètres manuels MICROFET 2

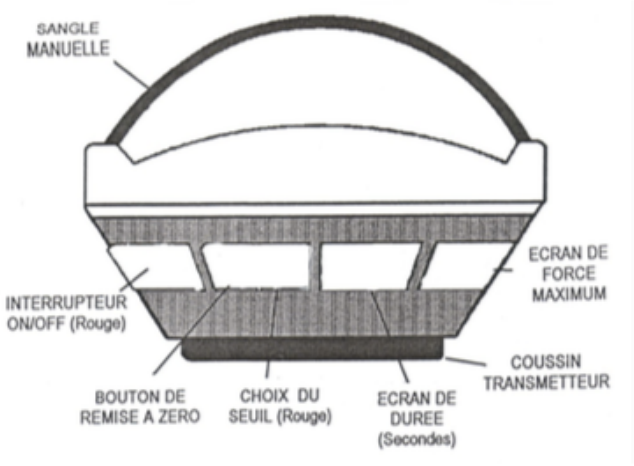
A) Le dynamomètre manuel

1) Principe de fonctionnement

Les dynamomètres manuels ont été développés pour permettre la mesure d'une force musculaire avec un certain nombre d'avantages tels que leur petite taille leur permettant d'être transportable facilement, le faible coût (comparé à une machine d'isocinétisme) et leur simplicité d'utilisation. Par ailleurs il permet une mesure plus objective de la force musculaire qu'un testing manuel très subjectif.

La force maximale isométrique, c'est-à-dire sans allongement ou rétrécissement de la fibre musculaire, apparait comme la mesure de force la plus utilisée.

Nous allons ici présenter le MICROFET 2 qui a été utilisé dans notre étude.
Il s'agit d'un appareil de 460 grammes tenant dans la paume d'une main, permettant d'obtenir une valeur objective de force musculaire avec les méthodes utilisées lors d'un testing manuel.



Le MICROFET 2 utilise la technologie des jauges de contraintes pour garantir une haute précision. Ces capteurs sont placés sous le coussinet contre lequel est placé le segment de membre étudié et mesurent donc les forces exercées sur le transmetteur. Ce dispositif permet ainsi aux jauges de traduire même les faibles écarts de force, indépendamment de la direction dans laquelle s'exerce la force.
Un signal analogique est ainsi recueilli par les jauges de contraintes, puis est secondairement converti en valeur numérique par un microprocesseur. Deux résultats apparaissent ainsi sur deux fenêtres d'affichage : la « force maximale » (peak force) en Newtons atteinte pendant toute la durée de la mesure et la « durée » (duration/sec) en dixièmes de secondes qui s'est écoulée entre le franchissement initial du seuil de la force minimale et la fin du test.

En effet, le seuil étant la valeur de force minimale qui doit être exercée sur le coussinet transmetteur avant que le MICROFET 2 ne commence à mesurer les résultats, il existe deux modes :

- Le mode « seuil haut », le plus courant, dans lequel il faut exercer une force de 12,1 Newtons pour déclencher la mesure, simplifie le positionnement du coussinet transmetteur.
  Les résultats sont affichés par incréments de 0,44 Newtons dans ce mode, pouvant aller jusqu'à une force maximale de 1320 Newtons ; avec une précision de plus ou moins 1% selon le constructeur.
- Le mode « seuil bas » est lui destiné à la mesure de la force des doigts ou des orteils et servant à mettre en évidence de faibles changements de force musculaire. Cependant, il faut apporter d'avantage d'attention au bon positionnement du coussinet transmetteur, le seuil de mesure étant plus facilement atteint. Dans ce mode, les résultats commencent à s'afficher à partir de 3,6 Newtons, avec une incrémentation par paliers de 0,44 Newtons, jusqu'à une force maximale de 1320 Newtons également. Sa précision est là-aussi d'environ plus ou moins 1%.

Le MICROFET 2 a été conçu pour être utilisé avec des « tests de rupture ». Ceux-ci s'effectuent en plaçant le patient de façon à contracter spécifiquement le muscle à étudier. L'examinateur immobilise le patient dans une position convenable avec sa première main et place le MICROFET 2 entre son autre main et le segment de membre évalué, de manière à exercer une force en opposition avec la contraction du muscle à tester. L'essai commence lorsque l'évaluateur commence à exercer une force et que l'athlète essaie de résister. Le but de l'essai pour le clinicien consiste à briser la résistance du patient.

2) Fiabilité

Selon le constructeur, la précision des mesures est de plus ou moins 1%.

3) Facteurs de variabilité

Il existe trois principaux facteurs influençant la mesure de la force avec un dynamomètre manuel : la force de l'examinateur, la stabilité du dynamomètre et du patient, et l'expérience de l'examinateur.

- La force de l'examinateur et ses capacités physiques est le principal facteur de variabilité inter-évaluateur de la mesure. Lorsque la force développée par l'athlète dépasse celle de l'évaluateur, la force mesurée peut alors être sous-estimée, du fait du manque de stabilisation du dynamomètre et du patient(49)(50).

- De même, la stabilisation du dynamomètre est importante afin d'obtenir un résultat fiable et reproductible(51). Le sexe et le poids de l'évaluateur ainsi que son bon positionnement lors de la mesure vont influer sur son habilité à stabiliser le dynamomètre et donc sur la fiabilité du test. Ceci se retrouve particulièrement lors du testing des muscles forts(52) (comme ceux du membre inférieur) : la valeur mesurée sera ainsi moins fiable chez un homme dont nous testons le membre inférieur du coté sain et dominant, que chez une femme dont nous testons le coté rééduqué et non dominant. Une ceinture de fixation peut ainsi être nécessaire chez les sujets puissants.

- Enfin, des études ont également montré que l'expérience de l'examinateur est un facteur déterminant pour la fiabilité du test (53).

D'autres facteurs peuvent aussi être identifiés comme pouvant faire varier la mesure, tels que la motivation de l'athlète, la fatigue, ou l'inconfort pendant le test.

4) Place par rapport à l'isocinétisme

L'isocinétisme reste le gold standard (54) pour la mesure d'une force musculaire même si la fiabilité de cet outil reste bonne.
Il présente des avantages indéniables en termes de reproductibilité et de précision de quantification de la force musculaire.

En revanche, le dynamomètre manuel permet quant à lui des mesures relativement fiables avec un gain de temps important. Il peut donc se révéler très utile pour le suivi au long cours avec nécessité de plusieurs mesures au cours d'une saison par exemple.

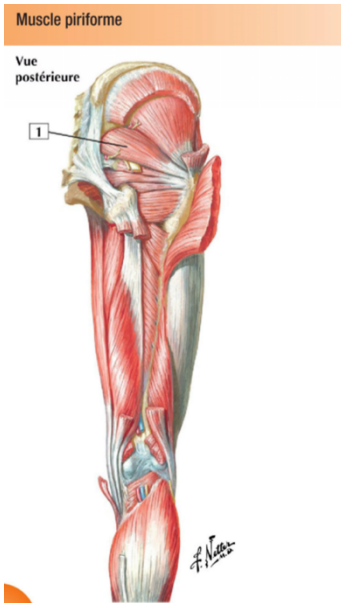
B) Force musculaire des Rotateurs externes et Abducteurs de hanche

1) Rappels anatomiques

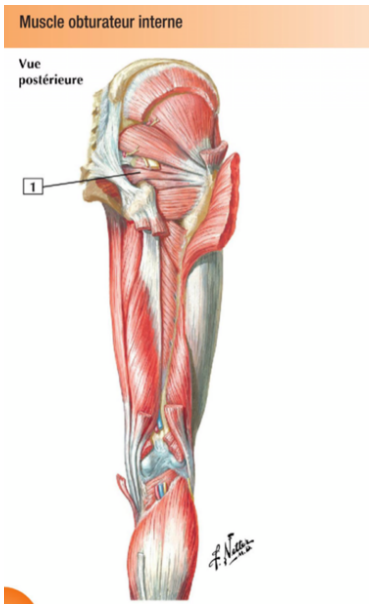
a) La rotation externe de hanche, les muscles rotateurs externes, le testing

La rotation externe de hanche est d'environ 60°.
Sept muscles principaux interviennent dans la rotation externe de la hanche :

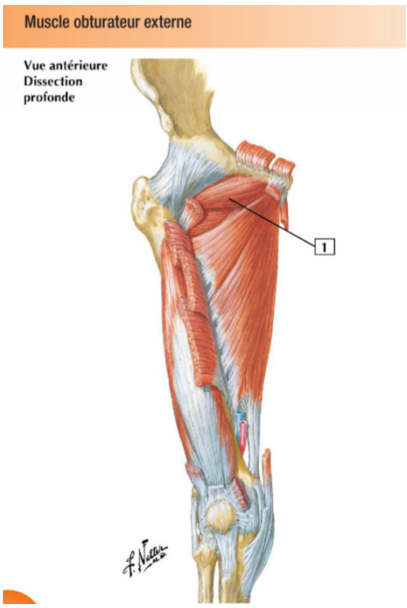
- **Le muscle pyramidal ou piriforme**, qui prend son origine au niveau de la face antérieure des 2ème, 3ème et 4ème segments sacraux et du ligament sacro-tubéral, pour s'insérer ensuite sur la face supérieure du grand trochanter.
  Il est rotateur externe lorsque la cuisse et étendue, et abducteur de hanche si la cuisse est fléchie.



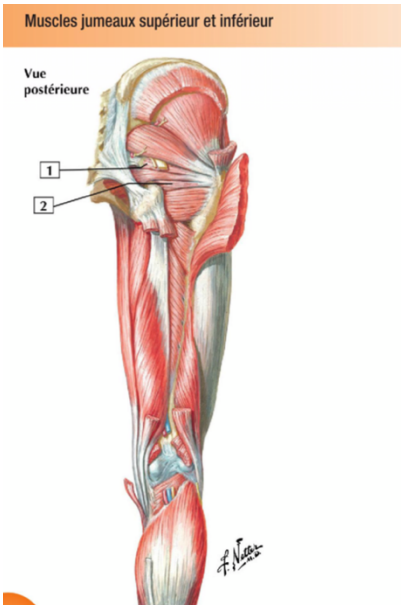
- **Le muscle obturateur interne**, qui prend son origine sur le pourtour du foramen obturé de l'os coxal et surface pelvienne de la membrane obturatrice, et se termine sur la face médiale du grand trochanter.
  Il est rotateur externe lorsque la cuisse est tendue, et abducteur de hanche si la cuisse est fléchie.



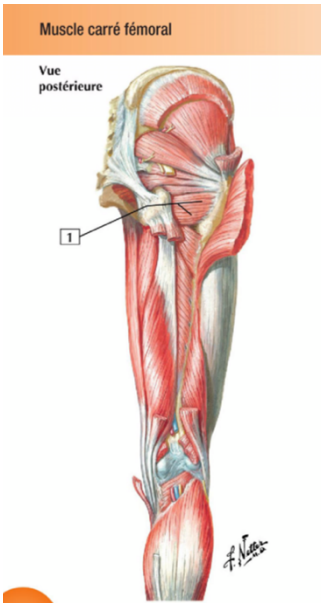
- **Le muscle obturateur externe**, qui nait des bords du foramen obturateur et de la membrane obturatrice, avec des fibres qui convergent et cheminent derrière le col du fémur pour se terminer dans la fosse trochantérique (sur la face médiale du grand trochanter).
  Il est rotateur externe de la cuisse, et souvent classé parmi les adducteurs médiaux.



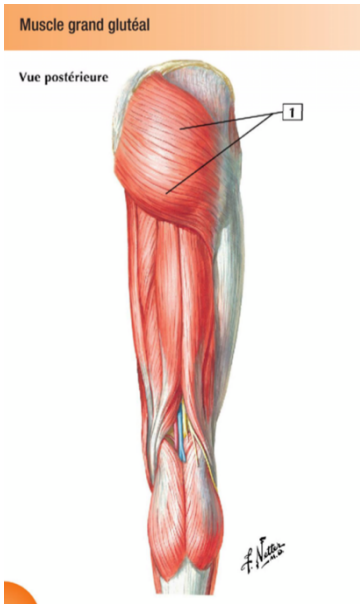
- **Le muscle jumeau supérieur**, qui nait de l'épine ischiatique et **le muscle jumeau inférieur** qui nait de la tubérosité ischiatique, et dont leurs tendons se mêlent au tendon du muscle obturateur interne pour se terminer sur la face médiale du grand trochanter.
  Ces deux muscles sont des rotateurs externes lorsque la cuisse est tendue, et des abducteurs de hanches lorsque la cuisse est fléchie.



- **Le muscle carré fémoral**, qui prend son origine sur le bord latéral de la tubérosité ischiatique, et se termine sur la face postérieure du grand trochanter au niveau de la crête verticale inter-trochantérique.
  Il est rotateur externe de la cuisse.



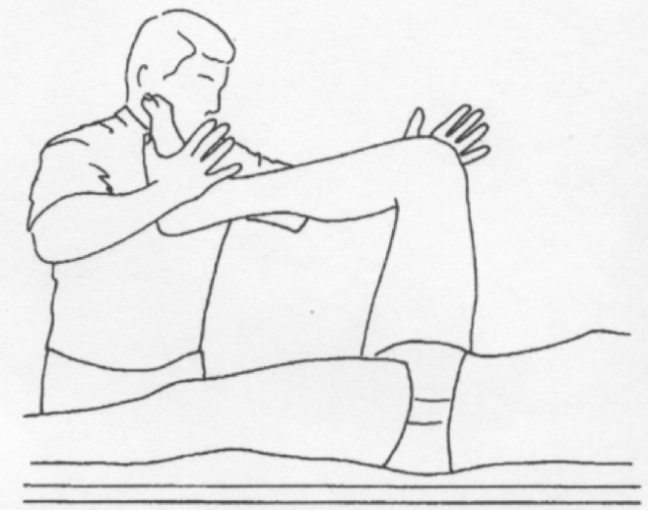
- **Le muscle grand fessier**, qui prend son origine sur le quart postérieur de la crête iliaque et sur les faces dorsales du sacrum et du coccyx, pour se terminer sur le tiers supérieur du fascia lata et sur la face latérale de la ligne âpre (sur la face postérieure du fémur).
  Il est un puissant extenseur et rotateur externe de la cuisse. De plus ses fibres supérieures participent à l'abduction de hanche, tandis que les fibres inférieures participent à l'adduction de hanche.



Le testing des rotateurs externes de hanche s'effectue principalement à l'aide de 2 tests clinique :

- Le patient assis en bord de table (les 2 mains placées à plat sur les côtés), le médecin assis sur un tabouret à côté du membre à tester, avec une main qui exerce une résistance en rotation médiale sur la cheville du patient et avec une main sur la face latérale du genou du patient pour faire une contre résistance. Le but du patient est alors de résister à la rotation médiale de hanche.

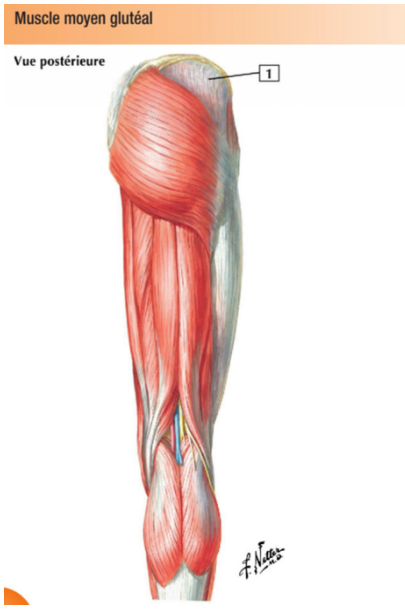
- Le break test des rotateurs externes : le patient est en décubitus ventral, hanche et genou fléchis à 90°. Le médecin exerce une résistance en rotation médiale sur la face interne de la cheville et pose sa main sur la face externe du genou pour faire contre-résistance. Le but du break test est de demander au patient de conserver une position dont l'examinateur tente de briser le maintien.



b) L'abduction de hanche, les muscles abducteurs, le testing

On distingue 2 muscles principaux dans l'abduction de hanche :

- Le muscle moyen fessier, qui nait de la face externe de l'ilium entre les lignes glutéales antérieure et postérieure et s'insère sur le grand trochanter.
  C'est le plus puissant abducteur de hanche, et il est également rotateur médial de la cuisse.

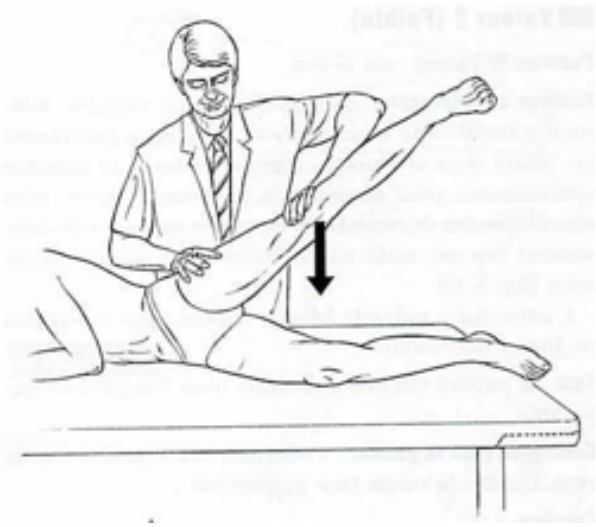


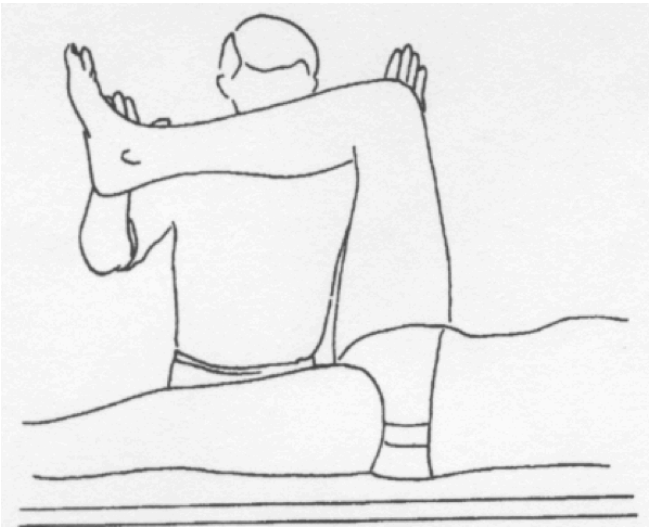
- Le muscle petit fessier, qui nait de la face externe de l'ilium entre les lignes glutéales antérieure et inférieure, et qui se termine sur le grand trochanter.
  Ce muscle moins puissant est également abducteur et rotateur médial de hanche.

Le testing des abducteurs de hanche s'effectue lui aussi à partir de 2 tests principaux :

- Le patient en décubitus latéral avec la jambe à tester au-dessus en extension, tandis que l'autre jambe est fléchie pour assurer la stabilité. Le médecin se place debout derrière le patient et exerce une force en adduction, sur la face latérale du genou (voire de la cheville pour avoir un plus grand bras de levier).

- Le break test des abducteurs de hanche : le patient est en décubitus dorsal, genou et hanche fléchis. Le médecin exerce une force en adduction, en plaçant ses mains sur les faces latérales du genou et de la cheville du patient, et tente de résister sa résistance.
  Ce test peut également s'effectuer patient en décubitus dorsal, les deux genoux fléchis. Le médecin vient alors positionner ses mains sur chaque face externe des genoux et tente d'empêcher l'abduction des hanches. Ce test permet ainsi un examen comparatif.



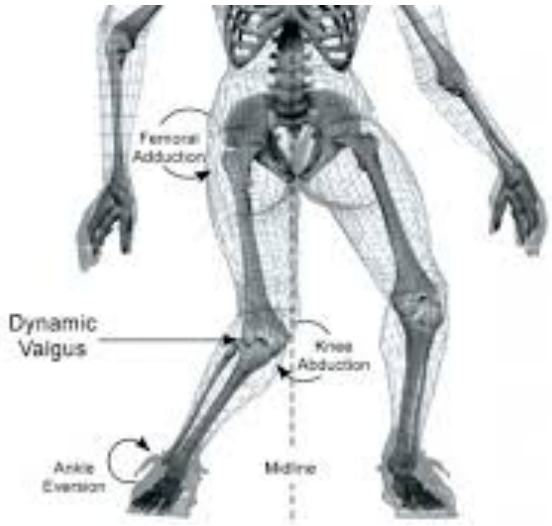


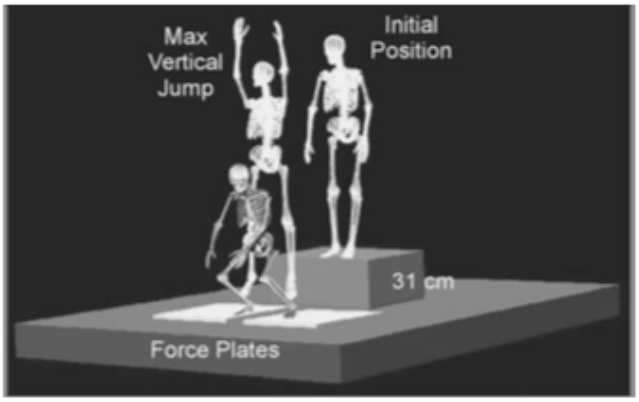
2) <u>La faiblesse des muscles Rotateurs externes et Abducteurs de hanche est-elle un facteur de risque de lésion du LCA ?</u>

a) Concept du Valgus dynamique

Comme écrit précédemment, le valgus dynamique est l'un des facteurs de risque des lésions du LCA.
Il correspond à un mouvement en valgus du genou apparaissant lors de la flexion du genou, lors d'une impulsion ou d'une réception par exemple.

En analysant plus précisément le valgus dynamique, on peut distinguer plusieurs forces qui le composent :
- Une adduction fémorale
- Une abduction du genou
- Et une éversion de cheville.





Ce concept a d'ailleurs été bien décrit par l'étude de Hewett (35) en 2005, qui étudiait la cinématique du membre inférieur à travers une plateforme d'analyse du mouvement lors d'un saut bipodal depuis une marche.
Chez les sportives ayant ensuite souffert d'une lésion du LCA, on retrouvait ainsi un valgus dynamique et une abduction du genou plus importants que chez les sportives indemnes de blessures par la suite.
En effet, les athlètes possédant un moment de force en abduction du genou supérieur à 25,3 Newton Mètre avaient 6,8% de risque en plus de rupture de LCA ultérieure comparativement aux athlètes se trouvant en dessous de ce seuil, où le pourcentage de risque n'est que de 0,4%.

Ainsi, on comprend donc l'intérêt, pour lutter contre le valgus dynamique, de travailler sur les articulations sus et sous-jacentes, notamment afin de diminuer l'adduction fémorale et l'éversion de cheville.
Il n'est donc pas étonnant de retrouver ces deux éléments comme facteurs de risques potentiels de lésion du LCA.

b) Étude de Khayambashi

Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes

A Prospective Study

Khalil Khayambashi,* PT, PhD, Navid Ghoddosi,* MS, Rachel K. Straub,† MS, CSCS, and Christopher M. Powers,†‡ PT, PhD, FACSM, FAPTA
Investigation performed at the University of Isfahan, Isfahan, Iran

Background: Prospective studies have reported that abnormal movement patterns at the trunk, hip, and knee are associated with noncontact anterior cruciate ligament (ACL) injuries. Impaired hip strength may underlie these abnormal movement patterns, suggesting that diminished hip strength may increase the risk of noncontact ACL injury.

Purpose: To determine whether baseline hip strength predicts future noncontact ACL injury in athletes.

Study Design: Case-control study; Level of evidence, 3.

Methods: Before the start of the competitive season, isometric hip strength (external rotation and abduction) was measured bilaterally by use of a handheld dynamometer in 501 competitive athletes (138 female and 363 male athletes) participating in various sports. During the sport season, ACL injury status was recorded, and injured athletes were further classified based on the mechanism of injury (noncontact vs contact). After the season, logistic regression was used to determine whether baseline hip strength predicted future noncontact ACL injury. Receiver operating characteristic (ROC) curves were constructed independently for each strength measure to determine the clinical cutoff value between a high-risk and low-risk outcome.

Results: A total of 15 noncontact ACL injuries were confirmed (6 females, 9 males), for an overall annual incidence of 3.0% (2.5% for males, 4.3% for females). Baseline hip strength measures (external rotation and abduction) were significantly lower in injured athletes compared with noninjured athletes ($P = .003$ and $P < .001$, respectively). Separate logistic regression models indicated that impaired hip strength increased future injury risk (external rotation: odds ratio [OR] = 1.23 [95% CI, 1.08-1.39], $P = .001$; abduction: OR = 1.12 [95% CI, 1.05-1.20], $P = .001$). Clinical cutoffs to define high risk were established as external rotation strength $\leq$20.3% BW (percentage of body weight) or abduction strength $\leq$35.4% BW.

Conclusion: Measures of preseason isometric hip abduction and external rotation strength independently predicted future noncontact ACL injury status in competitive athletes. The study data suggest that screening procedures to assess ACL injury risk should include an assessment of isometric hip abduction and/or external rotation strength.

Keywords: anterior cruciate ligament (ACL) injury; noncontact; prospective study; knee injury prevention; hip abduction strength; hip external rotation strength

L'équipe de Khayambashi a publié en 2015 une étude qui a amélioré nos connaissances concernant l'intérêt des muscles de la hanche dans le cadre de la prévention des lésions du LCA (9).

L'objectif principal de cette étude prospective était de déterminer si une diminution de la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche prédisposait à un risque de lésion du LCA sans-contact.

Son objectif secondaire était de déterminer un seuil clinique pour distinguer les sujets à faible risque et ceux à haut risque de lésion du LCA.

METHODE :

Un suivi a donc été réalisé en Iran, durant une saison allant de Juin 2011 à Juillet 2012, de 501 sportifs compétiteurs (138 femmes et 363 hommes), jouant au football, futsal, volleyball, basketball et handball, indemnes de précédente lésion du LCA ou de blessure du membre inférieur dans les 6 mois précédents.

Avant le début de la saison, une mesure de force isométrique bilatérale des abducteurs de hanche et rotateurs externes a été réalisée à l'aide d'un dynamomètre manuel. Trois répétitions étaient effectuées pour chaque mesure et la moyenne des trois était ensuite utilisée pour l'analyse. Ces mesures de force étaient enregistrées en Kilogrammes puis exprimées en pourcentage de la masse corporelle.
Les mesures ont été réalisées par 10 évaluateurs sélectionnés parmi un premier groupe de 17 après des tests retrouvant une faible variabilité intra et inter-individuelle entre ces évaluateurs.
Ensuite, un suivi des blessures a été réalisé au cours de la saison, chaque lésion étant confirmée par une IRM.
Le mécanisme de la lésion était également demandé afin de classer la lésion avec ou sans contact (était considéré comme lésion sans-contact si aucun coup ou contact n'avait eu lieu sur le membre inférieur du patient).

Lors de l'analyse statistique univariée, une stratification selon la présence d'une blessure ou non au cours de la saison a été effectuée.
Pour les sujets blessés, la force de hanche du côté lésé était utilisée pour l'analyse.
Pour les sujets non blessés, le côté utilisé pour l'analyse était sélectionné aléatoirement, mais de manière à avoir un ratio membre dominant / non dominant équivalent à celui dans le groupe blessé (afin de diminuer l'effet confondant potentiel du membre non-dominant, censé être moins fort).
Une seconde analyse statistique a été réalisée par la suite, avec une régression logistique multivariée afin d'éliminer des facteurs confondants.
Enfin, une troisième analyse a été effectuée avec la construction d'une courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) sur la force en abduction et rotation externe pour déterminer le seuil clinique permettant de distinguer les sujets à haut risque de lésions du LCA.

RESULTATS :

Sur les 501 sujets inclus initialement, 25 hommes ont été exclus pour diagnostique non concluant et 3 femmes et 5 hommes ont été exclus devant la présence d'un contact lors du mécanisme lésionnel.
L'analyse s'est donc focalisée sur 468 sportifs : 135 femmes et 333 hommes.

Au total, 23 lésions du LCA ont eu lieu au cours de la saison : 9 femmes (dont 6 sans contact, soit 67%) et 14 hommes (dont 9 sans contact, soit 64%).
L'incidence des lésions du LCA était donc de 3%, soit 2,5% chez les hommes et 4,3% chez les femmes.

Après les 2 premières séries d'analyse statistique et notamment la régression logistique, l'étude retrouve tout d'abord une association significative entre diminution de la force des rotateurs externes de hanche et présence d'une lésion sans contact (OR = 1.23 [95%IC, 1.08-1.39], p=0.001).
De même, une association significative entre diminution de la force des abducteurs et présence d'une lésion sans contact (OR = 1.12 [95%IC, 1.05-1.20], p=0.001).

De plus, pour chaque diminution de la force mesurée de 1 unité (exprimée en % de la masse corporelle), on observait une augmentation du risque de lésion de LCA sans contact de 23% pour les rotateurs externes et de 10,2% pour les abducteurs de hanche.

La courbe ROC a, quant à elle, permis des déterminer les cut-offs permettant d'identifier les sujets à haut risque de blessure.
Ainsi les sujets avec une force des rotateurs externes de hanche inférieure ou égale à 20,3% de leur masse corporelle étaient à haut risque de lésion sans contact du LCA (avec Se 93%, Sp 59%, VPP 2,3 et VPN 0,11).
De même, les sujets avec une force des abducteurs de hanche inférieure ou égale à 35,4% de leur masse corporelle étaient à haut risque de lésion sans contact du LCA (avec Se 87%, Sp 65%, VPP 2,5 et VPN 0,21).
Enfin, le risque de lésion ultérieure de LCA sans contact augmentait donc de 3% à 7% chez les sujets à haut risque, tandis qu'il diminuait de 3% à 1% chez les sujets à faible risque.

DISCUSSION :

Cette étude a donc retrouvé une association significative entre la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche et le risque de lésion du LCA sans-contact, quel que soit le sexe des sujets.
C'est la première étude prospective établissant un lien entre la force de la hanche et le risque de lésion de LCA sans contact, mais d'autres études ont aussi montré le lien entre la force de hanche et le risque de blessures en tout genre, notamment du membre inférieur.
Les auteurs suggèrent donc d'inclure l'évaluation de la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche dans les protocoles de prévention des lésions du LCA.

Concernant les limites de cette étude, on retrouve tout d'abord le biais de rappel des patients (qui devaient se remémorer et décrire le mécanisme lésionnel de leur blessure).
D'autre part, un seul seuil a été décrit, entre les patients à haut risque et ceux à bas risque. Un groupe intermédiaire à risque modéré aurait été judicieux et plus réaliste.
Enfin l'exclusion des patients avec antécédent de plastie chirurgicale du LCA (donc à risque plus élevé de nouvelle lésion) a peut-être sous-estimer l'impact de la diminution de force musculaire chez les patients avec précédentes blessures du genou.

CONCLUSION :

Les auteurs concluent donc que la mesure de force des abducteurs et rotateurs externes de hanche en début de saison permet de prédire le risque de lésion ultérieure du LCA sans contact.
Des cut-offs ont été déterminés, classant les patients à haut risque si la force des rotateurs externes est inférieure ou égale à 20,3% de la masse corporelle, ou si celles des abducteurs est inférieure ou égale à 35,4% de la masse corporelle. Le risque de lésion sans contact du LCA est alors augmenté de 3% à 7%.
En revanche, ce risque est diminué de 3% à 1% chez les sujets à bas risque.
Les auteurs suggèrent donc d'inclure une évaluation de force isométrique des rotateurs externes et abducteurs de hanche dans le cadre de la prévention des lésions du LCA afin de réduire le risque de blessure.

c) Intérêt du renforcement des abducteurs et rotateurs externes de hanche

Tout d'abord, l'étude de Kline (55) a démontré en 2017 que la force des rotateurs externes de hanche (mesurée par test isocinétique) après plastie du LCA était un facteur prédictif indépendant du résultat du Hop Test (sauts monopodaux).

De même, en 2017, l'étude de Augustsson (56) retrouvait un risque de lésions indifférenciées du genou 9,5 fois plus importants chez des femmes sportives présentant une faiblesse de muscles de la hanche (mesurée par un test de squat avec charge). Cette association n'était cependant pas retrouvée chez les hommes.

L'étude de Verrelst, réalisée en 2017, a quant à elle, retrouvé une diminution du risque de blessures des membres inférieurs de 9% pour chaque palier de 1 Watt concernant la force des rotateurs externes de hanche (mesurée via une machine isocinétique), chez des jeunes femmes. En revanche, aucune association n'était retrouvée pour les abducteurs de hanche.

Ensuite, l'étude de Powers et Khayambashi en 2017 (57), a étudié les associations entre la force des abducteurs de hanche (mesurée par un dynamomètre manuel) et le risque d'entorses latérales de cheville chez des footballeurs hommes en Iran.
Elle retrouvait ainsi un risque environ deux fois plus important chez les sujets avec une faiblesse des abducteurs de hanche (inférieure à 33,8% la masse corporelle).

De même, l'étude de Van Cant (58), en 2014, montrait également un risque plus important de syndrome fémoro-patellaire chez les femmes avec une faiblesse des rotateurs externes et abducteurs de hanche.

Cependant, l'étude de Herbst (59) en 2015, retrouvait des résultats contradictoires avec un risque de développer un syndrome fémoro-patellaire plus important chez les jeunes sportives avec une importante force d'abduction de hanche mesurée en isocinétisme.

Enfin, l'étude de Jackson en 2017 (60) ne retrouvait pas de diminution significative du valgus dynamique après un protocole de renforcement de 6 semaines ayant permis une augmentation de force musculaire de 20,5% des extenseurs de hanche, de 27,5% des abducteurs de hanche et de 23,5% des rotateurs externes de hanche.

III) L'ETUDE

1) Introduction et rationnel de l'étude

Les lésions du Ligament Croisé Antérieur (LCA) du genou sont l'une des blessures les plus fréquentes du footballeur, avec une incidence plus importante chez les femmes. Elles représentent donc un problème majeur dans le football professionnel et amateur, tant au niveau sportif que financier.

Lors de la saison 2017-2018, 2 joueuses de l'équipe féminine professionnelle du FC Girondins de Bordeaux (sur vingt-six joueuses) ont souffert d'une lésion du LCA.
Un raisonnement global a donc été effectué par le staff médical pour tenter d'identifier d'éventuels facteurs de risques présents cette saison et surtout diminuer le nombre de blessures chez ces joueuses.

Actuellement, la prévention des lésions du LCA du footballeur passe par des protocoles multimodaux dont le protocole FIFA 11+, un programme d'échauffement et d'entrainement réalisé par la FIFA (46).
Celui-ci doit être effectué au moins 2 fois par semaine pendant 3 mois et permet de diminuer le nombre de blessures de 30% environ.
Ce protocole, ainsi que des protocoles multimodaux similaires sont donc utilisés dans les clubs professionnels, voir même amateurs afin de prévenir ce type de blessures.

Par ailleurs, l'équipe de Khayambashi (9) a démontré en 2015 que la faiblesse des muscles Rotateurs Externes et des muscles Abducteurs de hanche est un facteur de risque de lésion du LCA sans-contact (notamment en entrainant un Valgus Dynamique). Les seuils déterminés pour classer les sujets à haut risque de lésion du LCA étaient une force des muscles rotateurs externes de hanche inférieure ou égale à 20,3% de la masse corporelle ou une force des muscles abducteurs de hanche inférieure ou égale à 35,4% de la masse corporelle.

C'est à partir de ce constat que le staff médical de l'équipe du FCGB s'est questionné sur l'efficacité des protocoles de prévention multimodaux pour renforcer ces groupes musculaires.
De plus, depuis l'été 2018, une nouvelle salle de sport et de musculation a été construite au centre d'entrainement du FCGB.
Celle-ci a permis la mise en place d'un protocole d'échauffement multimodal adapté depuis le FIFA 11+, réalisé systématiquement avant chaque entrainement (comparativement aux années précédentes où seuls certains exercices pouvaient être réalisés alternativement).

Ainsi, il a été décidé d'étudier l'évolution de la force des muscles rotateurs externes et abducteurs de hanche suite à la mise en place de ce protocole d'échauffement multimodal, afin de vérifier son intérêt pour renforcer ces groupes musculaires.
Nous avons donc utilisé les seuils déterminés par l'étude de Khayambashi pour vérifier si les joueuses de l'équipe étaient considérées comme « à haut risque » de lésion du LCA au début de saison, puis après mise en place du protocole.

2) Méthode

Un suivi observationnel prospectif de l'équipe féminine professionnelle du FC Girondins de Bordeaux a été réalisé entre Juillet 2018 et Mai 2019.

Une première série de tests médicaux a été effectuée au début de saison, en Juillet 2018. Cette série comprenait notamment la mesure de la force des muscles rotateurs externes de hanche et des muscles abducteurs de hanche.
Une analyse vidéo étudiant la présence ou l'absence d'un valgus dynamique lors du LESS Test a également été réalisée.

Le programme d'échauffement multimodal (adapté depuis le FIFA 11+) a ensuite été mis en place par les préparateurs physiques de l'équipe durant toute la saison 2018-2019.

Puis, la même série de tests a été réalisée en fin de saison en Mai 2019, permettant ainsi de comparer l'évolution de la force des muscles rotateurs externes de hanche et des muscles abducteurs de hanche, de même que la disparition d'un éventuel valgus dynamiques entre les deux mesures.

Par ailleurs, les mêmes tests ont également été réalisés à mi-saison afin d'effectuer une analyse intermédiaire nous permettant d'avoir une première estimation, pour éventuellement proposer un exercice de renforcement supplémentaire afin d'améliorer le protocole si besoin.

Le critère de jugement principal de cette étude est donc l'évolution de la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche.

Un critère de jugement secondaire est la disparition ou non d'un éventuel valgus dynamique.

A) Population de l'étude

1) Critères d'inclusion

L'ensemble de l'effectif de l'équipe féminine professionnelle du FCGB a été inclus.

2) Critères d'exclusion

Les joueuses qui ont eu une blessure du membre inférieur dans les 2 mois précédents les tests étaient exclues, que ce soit au niveau de la cheville, du genou ou une lésion musculaire.
Ainsi, seules les joueuses ayant effectuées les tests de début et de fin de saison ont été inclus dans l'analyse.

B) Matériel

1) Dynamomètre manuel

Toutes les mesures de force ont été réalisées avec le même dynamomètre manuel microFET 2, de BIOMETRICS France. Les valeurs mesurées étaient exprimées en Kilogrammes.

2) LESS Test

Les sauts étaient effectués depuis un « banc PPG » de DIMASPORT, de 30 cm de haut, et filmés à l'aide d'une tablette IPad mini 2.

3) Analyses

Les analyses statistiques ont été réalisées sur un MacBook Air de 2015 avec le logiciel Microsoft Excel 2019 version 16.28 et le logiciel BiostaTGV disponible sur le site http://biostatgv.sentiweb.fr.

Les analyses vidéo ont été effectuées sur un MacBook Air de 2015 avec le logiciel iMovie 2019 version 10.1.12.

C) Méthode Statistique

Un test de Wilcoxon pour échantillons appariés a été réalisé avec l'aide de Romain GRIFFIER, biostatisticien au CHU de Bordeaux, pour comparer les mesures de force effectuées, et déterminer la présence ou non d'une différence significative.

D) Le FIFA 11+ modifié aux Girondins, description des exercices réalisés

Le protocole mis en place aux Girondins a été adapté depuis le FIFA 11+ par le staff de l'équipe afin de répondre aux exigences du football professionnel. Le but était notamment de pouvoir utiliser du matériel afin de pouvoir renforcer la difficulté des exercices et obtenir un meilleur travail musculaire.

Celui-ci a été réalisé systématiquement en début de chaque séance d'entrainement, ainsi qu'avant les matchs (dans une version simplifiée, sans le travail de pré-séance).

Ce protocole se compose d'une pré-séance réalisée en salle, de 15min environ, d'une mise en route aérobie de 6 min sur le terrain, suivi de gammes athlétiques pendant 4 min, et enfin de quelques exercices adaptés au contenu de la séance d'entrainement.

PRE-SEANCE: 15-16 min, en salle						
1ère partie: 4-5min de mobilisation						
I) Mobilités articulaires						
Marche sur Pointe des pieds	Marche sur les talons	Marche sur l'arche interne du pied	Marche sur l'arche externe du pied			
II) Protocole Pau-Toronto						
Rotation Interne de hanche	Rotation Externe de hanche	Travail des fléchisseurs de hanche	Travail des extenseurs de hanche	Abducteurs de hanche	Adducteur de hanche	

La pré-séance se décompose en 2 parties distinctes :

- **La première partie**, dure environ 5 min, et comprend des exercices de mobilisation articulaire tels que la marche sur la pointe des pieds, la marche sur les talons, la marche sur l'arche interne ou l'arche externe du pied.
  Les exercices du protocole Pau-Toronto (61) pour la prévention de la pubalgie sont également réalisés dans cette partie : rotation interne et externe de hanche, travail de flexion et d'extension de hanche, adduction et abduction de hanche.

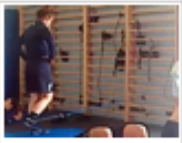
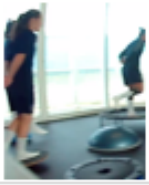
- **La deuxième partie de la pré-séance** comporte 4 ateliers de 2min 30s à 3min, entre lesquels tournent les joueuses à chaque coup de sifflet donné par l'entraineur pour signifier la fin du temps imparti.

  - Un premier atelier de gainage et de travail des abdominaux.
    On y retrouve des exercices tels que le gainage abdominal type planche classique et planche latérale, les abdominaux types Crunch et Crunch croisés, un exercice de gainage dynamique et l'exercice du pont.

  - Le second atelier utilise des élastiques et des espaliers, avec des exercices de renforcement excentrique et concentrique des ischio-jambiers couché puis debout, ainsi qu'un travail d'assouplissement par automassages avec un Foam Roller.

  - Le troisième atelier s'intéresse au renforcement des muscles de la hanche et en particulier des fessiers, à l'aide d'élastiques notamment. On retrouve des exercices de flexion et extension de hanche, l'exercice du Monster-Walk en avant – arrière, et en latéral, un travail du psoas et l'exercice du pont avec un travail des abducteurs de hanches surajouté.
    Un exercice ciblant spécifiquement les abducteurs de hanche a également été rajouté suite à l'analyse intermédiaire.

  - Le quatrième atelier travaille la proprioception avec un exercice de sauts sur trampoline puis réception sur plan dur ou un Bosu, un travail d'équilibre sur un Bosu suivi d'un saut avec réception sur plan dur, et un travail d'équilibre sur plan instable (type plateau de Freeman) ou coussin.

2ème partie: 4 ateliers de 2,30 - 3 min chacun						
I) Gainage, Abdominaux						
Gainage, type planche	Abdominaux type Crunch croisés	Abdominaux type Crunch	Planche latérale	Gainage dynamique	Pont	
II) Elastiques, Espaliers						
Renforcement excentrique des Ischio-Jambiers	Renforcement Ischio-Jambiers debout	Automassages avec Foam Roller				
						
III) Elastiques, Fessiers						
Travail fléchisseurs de hanche	Monster Walk antéro-postérieur	Monster Walk latéral	Travail du Psoas	Pont avec abduction de hanche	Extension de hanche	EXERCICE RAJOUTE abduction de hanche
IV) Proprioception						
Trampoline + saut	Bosu + saut	Plan instable + Coussin				
						

Les joueuses rejoignent ensuite le terrain d'entrainement où elles commencent une mise en route aérobie avec un footing autour du terrain pendant 6 min, afin de laisser le temps à la mise en route de la voie de métabolisme en aérobie, comme l'ont démontré de nombreuses études et notamment les travaux des Dr Leger et Dr Cazorla (62)(63).

MISE EN ROUTE AEROBIE, sur terrain (6min)						
Tour de terrain						
GAMMES ATHLETIQUES (4min)						
Montée de genoux	Talons-fesse, marche arrière	Talons-fesse, marche avant	Marche, hanche vers intérieur	Marche, hanche vers extérieur	Reprise d'appuis en marche arrière	Pas chassés
Flexion de hanche dynamique	Extension de hanche dynamique	Pas chassés croisés	Changements de direction après sauts	Etirements	Sauts	Foulées bondissantes
CONTENU ADAPTE A LA SEANCE (4min)						
Passe puis course		Passe puis course avec changement d'appuis				

Vient ensuite un travail de gammes athlétiques, d'une durée de 4min, comportant une alternance de différents exercices en course : montée de genoux, talons-fesse en marche avant et arrière, marche avec hanche vers l'intérieur et vers l'extérieur, reprise d'appuis en marche arrière, pas chassés classiques et croisés, flexion et extensions dynamiques de hanche, changements de direction après sauts, sauts classiques, foulées bondissantes.
Les gammes athlétiques se terminent toujours par des étirements.

Enfin, on trouve quelques exercices dont le contenu est adapté à la séance d'entrainement de la journée. On peut donc avoir par exemple une passe suivie d'un sprint ou une passe suivie d'une course avec changement d'appuis.

E) Les 3 journées de test

Avant le début de la saison en Juillet 2018, les joueuses ont été soumises à des tests médicaux visant à dépister d'éventuelles faiblesses musculo-tendineuses et facteurs de risques de blessure.

Ces tests ont ensuite été réalisés à mi-saison (en Décembre 2018) et à la fin de la saison (en Mai 2019), après introduction du protocole de préparation multimodal.
Ce sont donc au total 3 séries de tests qui ont été effectuées par le staff médical.

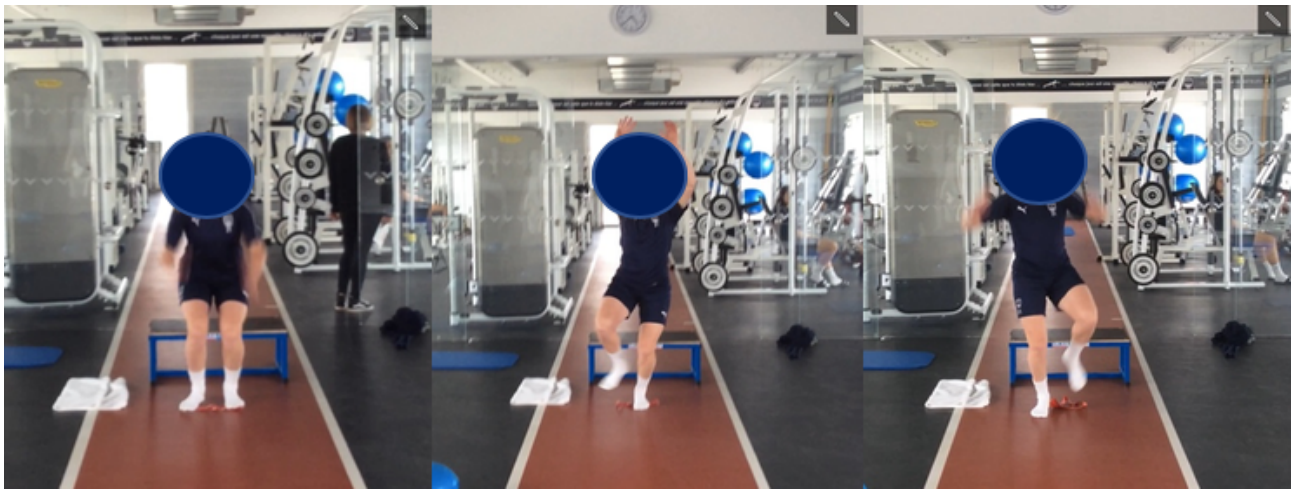
Chaque journée de tests médicaux était composée de 3 types d'évaluations :

- La mesure de la force des muscles rotateurs externes de hanche : la joueuse est assise au bord de la table d'examen, les jambes pendantes avec le genou fléchi à 90°, alors que l'examinateur se place aussi en face d'elle.
  Le dynamomètre manuel est alors positionné juste au-dessus de la malléole interne du membre évalué, puis la joueuse effectue une rotation, externe de hanche en mobilisant sa jambe vers l'intérieur et en orientant le pied vers le haut, tout en prenant garde à ne pas bouger le genou.
  Deux mesures successives sont réalisées et la meilleure des deux est retenue pour l'analyse.

- La mesure de la force des muscles abducteurs de hanche : la joueuse est allongée en décubitus controlatéral sur la table d'examen, la jambe évaluée tendue tandis que l'autre jambe est repliée pour s'équilibrer.
  L'examinateur se place debout à côté de la table et positionne le dynamomètre manuel juste au-dessus de la malléole externe du membre évalué. La joueuse effectue ensuite une abduction de hanche en gardant la jambe bien tendue.
  Deux mesures successives sont réalisées et la meilleure des deux est retenue pour l'analyse.

Ces 2 mesures ont été effectuées par le même kinésithérapeute, ayant plus de 20 ans d'expérience, qui réalise les tests chaque année, et une bonne condition physique lui permettant de lutter contre la joueuse.
Les résultats étaient exprimés en Kilogrammes et rapportés à la masse du sujet afin de pouvoir utiliser les mêmes seuils que l'étude de Khayambashi : soit 0,203 pour les rotateurs externes et 0,354 pour les abducteurs de hanche.

- L'évaluation de la présence (ou non) d'un valgus dynamique, à l'aide d'une analyse vidéo, lors du LESS (Landing Error Scoring System) test : la joueuse effectue une série de 3 sauts depuis une plateforme de step de 30 cm de hauteur, à une distance correspondant à la moitié de sa taille.
  On lui demande alors de faire une réception bipodale lors du premier saut puis une réception unipodale de chaque côté lors des 2 sauts suivants.
  Les 3 sauts ont été filmés de face à une distance de 3m.
  L'analyse vidéo a ensuite été réalisée dans un second temps : l'examinateur vérifiait alors l'absence ou la présence d'un valgus dynamique sur des captures vidéo au moment d'angulation maximale du genou.
  Les résultats en début et en fin de saison étaient ensuite comparés.



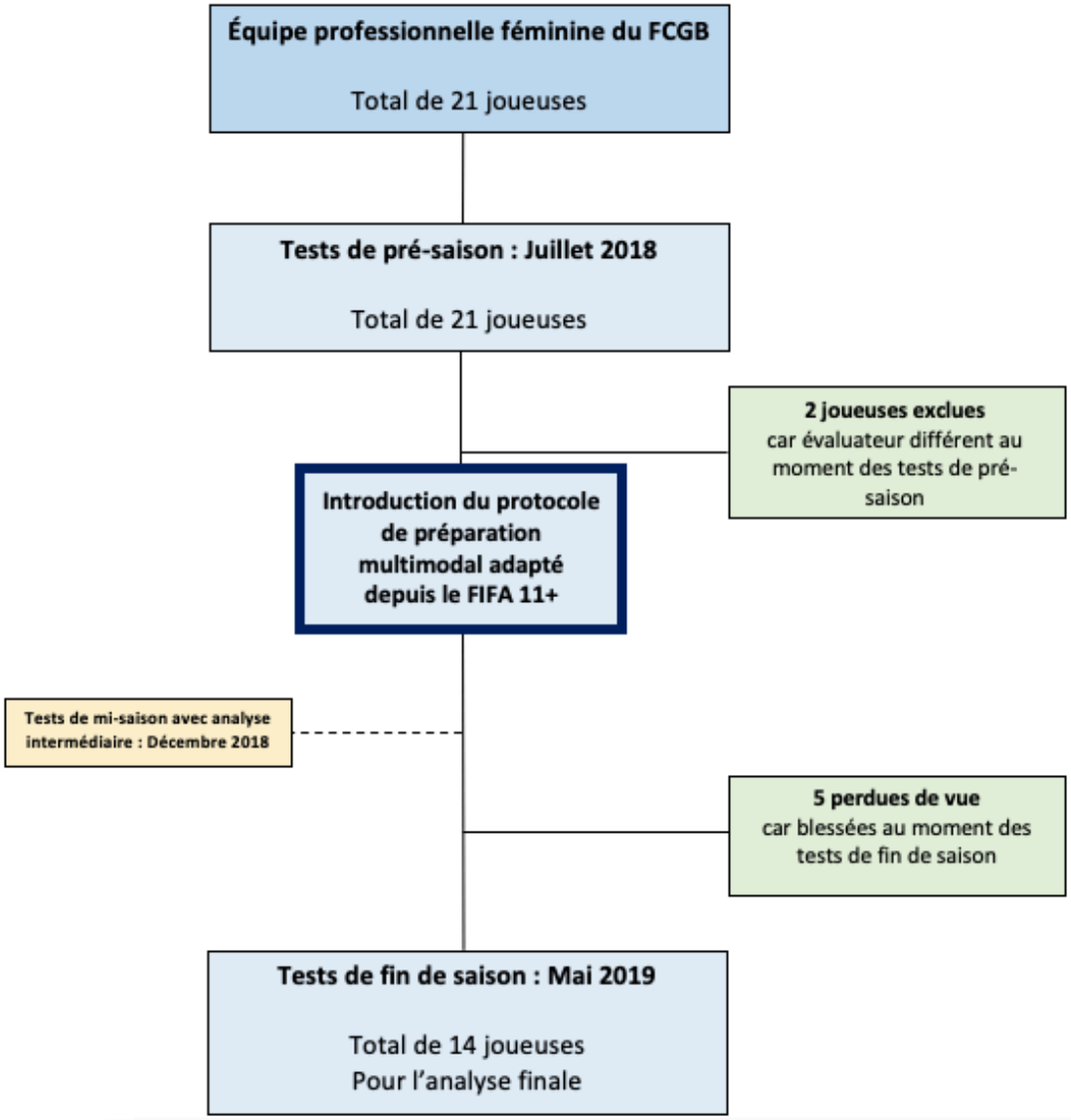
3) Résultats

A) Description de la population de l'étude

Les 21 joueuses de l'équipe professionnelle féminine présentes lors de la reprise en Juillet 2018 ont été initialement inclues.
Cependant, 5 joueuses ont été perdues de vue dans l'étude du fait d'une blessure en fin de saison au cours de la période de tests (et qui par conséquent n'ont pas été soumises aux tests) : 1 entésopathie du moyen fessier, 2 entorses de cheville, 1 douleur inguinale et 1contracture ischio-jambier.

De plus, 2 joueuses ont été exclues car sont arrivées quelques jours après le début de saison et ont été évaluées par un autre évaluateur, avec des valeurs sensiblement différentes.
C'est donc au total 14 sujets qui ont été utilisés pour l'analyse finale.
Il est important de noter que 3 sujets étaient blessés lors de la 2ème série de tests et n'ont donc pas été utilisés pour l'analyse intermédiaire, sans pour autant avoir été exclus de l'étude.
De ce fait, les joueuses inclues pour l'analyse intermédiaire et l'analyse finale étant différentes, les résultats de l'analyse intermédiaire ne seront donc pas détaillés.

Diagramme de Flux de l'étude



L'âge moyen était de 23,8 ans ±2,7, la taille moyenne de 165cm ±6 et un poids moyen de 59,2kg ±6,4 en Juillet 2018 et de 60kg ±5,8 en Mai 2019.
Parmi elles, 4 avaient un antécédent de lésion du LCA opéré (n°8, 10, 11 et 13 sur les tableaux), 13 avaient déjà souffert d'une entorse de cheville, 1 avait un antécédent de lésion musculaires du quadriceps et 1 des ischio-jambiers.

Un total de 29 blessures a été constaté au cours de cette saison : 7 entorses de chevilles, 2 lésions musculaires du quadriceps, 2 lésions des ischio-jambiers, 5 lésions des adducteurs, 2 lésions du gastrocnémien médial, 3 entorses de genoux (2 LCM et 1 LCL), 2 tendinopathies calcanéennes, 2 tendinopathies de la bandelette ilio-tibiale, 1 syndrome fémoro-patellaire, 1 tendinopathie du long fibulaire, 1 tendinopathie du moyen fessier et 1 périostite.

Fait important, aucune lésion du LCA n'a eu lieu cette saison.
Enfin, 3 joueuses avaient un pied dominant gauche tandis que les 11 autres étaient droitières.

B) Évolution de la force des muscles Rotateurs externes de hanche

Les valeurs brutes des mesures de force des muscles rotateurs externes de hanche sont détaillées dans le tableau en annexe n°3.

On observe tout d'abord une augmentation significative de la force des muscles rotateurs externes de hanche sur le membre inférieur dominant, avec une moyenne de 12,44kg ±2,03 en Juillet 2018 et de 14,44kg ±1,94 en Mai 2019 (p= 0,0011 selon Wilcoxon).
Ceci correspond à une augmentation moyenne de 16%.
La figure n°1 nous permet d'ailleurs de voir que cette augmentation concerne l'ensemble des 14 sujets.

Sur le membre inférieur non dominant, on observe là aussi une évolution positive avec une moyenne de 13,34kg ±3,19 en Juillet 2018 et de 14,49kg ±2,29 en Mai 2019, correspondant à une évolution moyenne de 8,68%.
Cette augmentation n'est cependant pas statistiquement significative (p=0,069 selon Wilcoxon).
Ces résultats sont représentés sur la figure n°2.

La force des rotateurs externes est ainsi plus importante sur le membre non dominant en début de saison, avec un équilibre retrouvé en fin de saison.

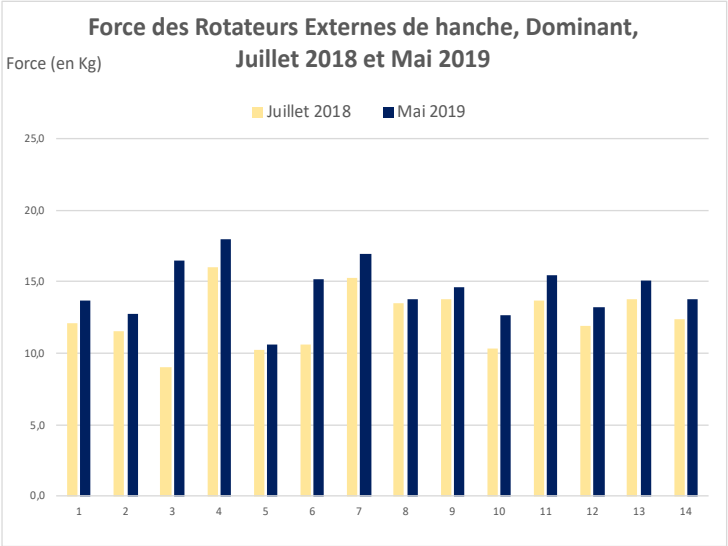


Figure 1

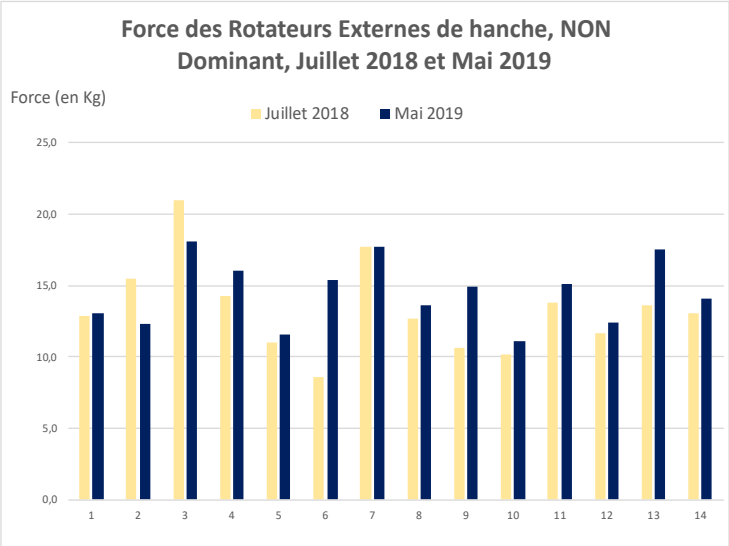


Figure 2

On remarque ensuite une évolution positive des ratios rapportant la force des rotateurs externes sur la masse corporelle des joueuses (cf annexe n°5).

En effet, on peut voir une augmentation significative des ratios sur le membre dominant avec une médiane de 0,211 [0,189 ; 0,237] en Juillet 2018 et de 0,241 [0,210 ; 0,264] en Mai 2019 (p=0,0001 selon Wilcoxon).

Devant les faibles effectifs, il n'a pas été possible de comparer la proportion de sujets à risque de lésion du LCA. Cependant, on retrouve une tendance à l'amélioration puisque 5 joueuses étaient en dessous du seuil de risque de l'étude de Khayambashi (à 0,203) en début de saison, contre 1 seule en fin de saison.

On retrouve également une augmentation des ratios sur le membre non dominant avec une médiane de 0,221 [0,189 ; 0,233] en Juillet 2018 et de 0,241 [0,213 ; 0,267] en Mai 2019 qui n'est cependant pas significative (p=0,0785 selon Wilcoxon).

Devant les faibles effectifs, il n'a pas été possible de comparer la proportion de sujets à risque de lésion du LCA. Cependant on retrouve également une tendance à l'amélioration puisque 5 joueuses étaient en dessous du seuil de risque en début de saison, contre 3 joueuses en fin de saison. Ces résultats sont représentés sur les figues 3 et 4, et l'évolution des ratios est schématisée sur les figures 5 et 6.

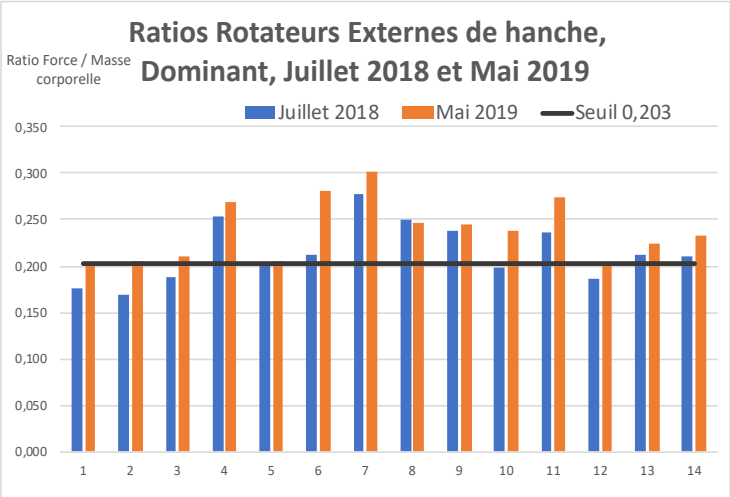


Figure 3

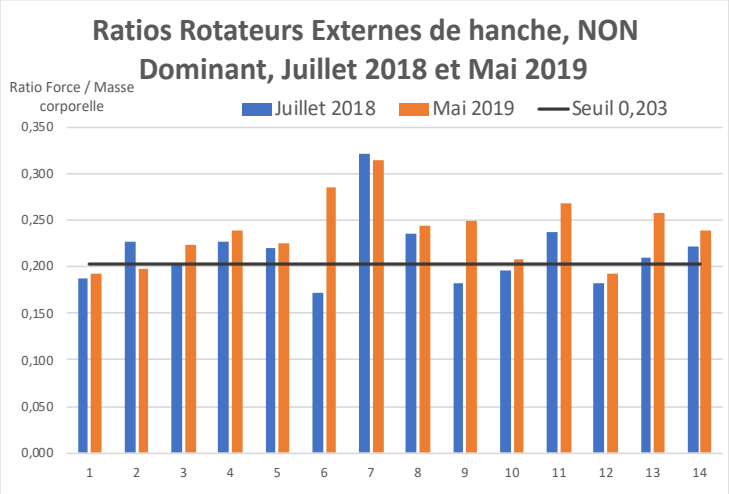


Figure 4

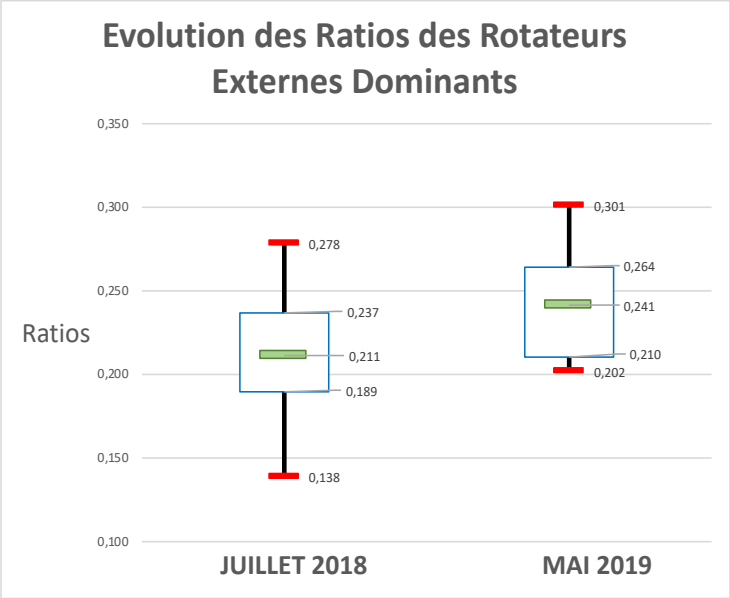


Figure 5

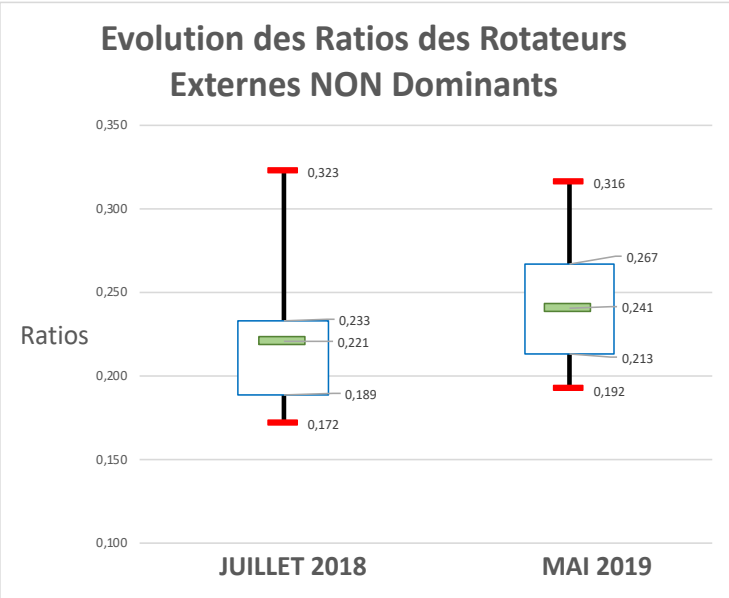


Figure 6

Suite aux résultats de l'analyse intermédiaire, un exercice supplémentaire pour renforcer les abducteurs de hanche a été rajouté (cf liste des exercices détaillés), avec un travail d'abduction en décubitus latéral avec élastique.

C) Évolution de la force des muscles Abducteurs de hanche

Les valeurs brutes des mesures de force des muscles abducteurs de hanche sont détaillées dans le tableau en annexe n°4.

Si l'on regarde la force des abducteurs de hanche sur le membre dominant, on remarque une augmentation significative avec une moyenne de 17,69kg ±3,16 en Juillet 2018 et de 20,72kg ±2,53 en Mai 2019 (p=0,0015 selon Wilcoxon).
Ceci correspond à une évolution moyenne de 17,12%.
Ces résultats sont représentés sur la figure n°7.

En ce qui concerne le membre non dominant, on observe également une augmentation significative avec une moyenne de 17,91kg ±3,53 en début de saison et de 19,15kg ±3,45 en fin de saison (p=0,0064), correspondant à une évolution moyenne 6,90%.
Ces résultats sont représentés sur la figure n°8.

En début de saison, on retrouve ainsi un équilibre de force entre abducteurs dominants et non dominants mais avec des abducteurs de hanches plus forts du cotés dominants en fin de saison.

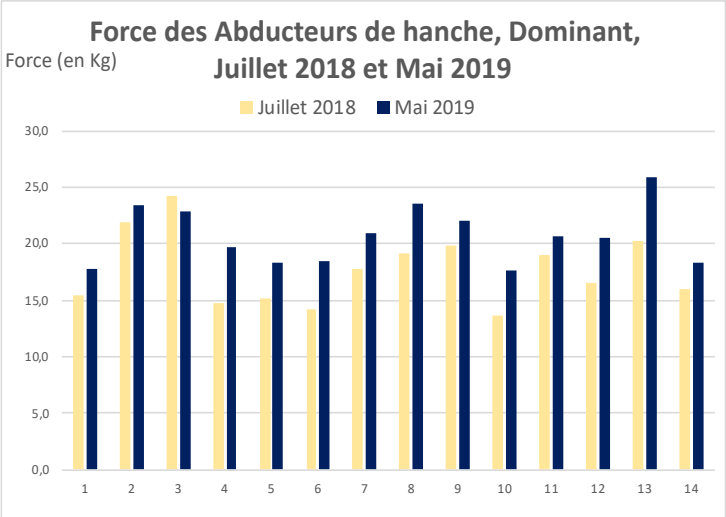


Figure 7

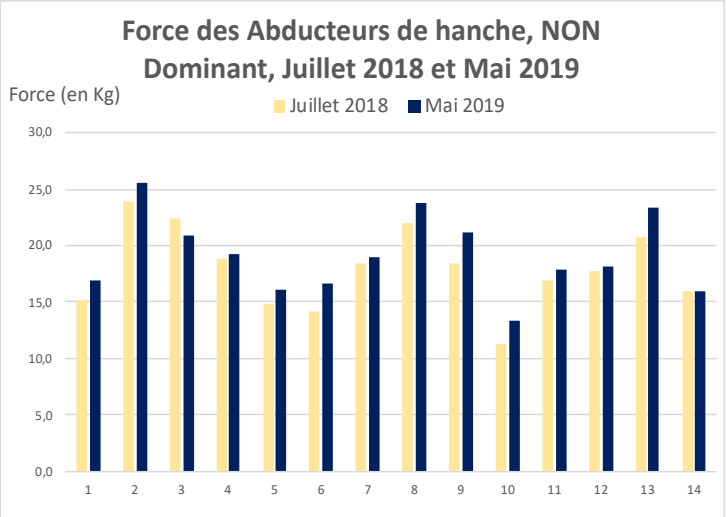


Figure 8

Si l'on s'intéresse ensuite à l'évolution des ratios rapportant la force des abducteurs rapportée sur la masse corporelle des joueuses, on observe également une évolution positive au cours de la saison (cf annexe n°6).

En effet, on retrouve une augmentation significative des ratios sur le membre dominant, passant d'une médiane de 0,306 [0,264 ; 0,323] en début de saison à une médiane de 0,349 [0,312 ; 0,373] en fin de saison (p=0,001 selon Wilcoxon).

Devant les faibles effectifs, il n'a pas été possible de comparer la proportion de sujets à risque de lésion du LCA. Cependant on retrouve une tendance nette à l'amélioration, étant donné que l'ensemble des 14 joueuses étaient en dessous du seuil de risque de l'étude de Khayambashi (à 0,354) en début de saison, alors que 7 d'entre elles restaient en dessous de ce seuil à la fin de saison.

De plus, sur le membre non dominant, il existe une augmentation significative avec une médiane de 0,294 [0,280 ; 0,319] en Juillet 2018 et de 0,310 [0,273 ; 0,344] en Mai 2019 (p=0,0085 selon Wilcoxon).

Devant les faibles effectifs, il n'a pas été possible de comparer la proportion de sujets à risque de lésion du LCA. Cependant on retrouve également une tendance à l'amélioration puisque 13 joueuses étaient en dessous du seuil de risque en début de saison alors que 11 d'entre elles étaient en dessous du seuil en fin de saison.

Ces résultats sont représentés sur les figures 9 et 10 et l'évolution des ratios est schématisée sur les figures 11 et 12.

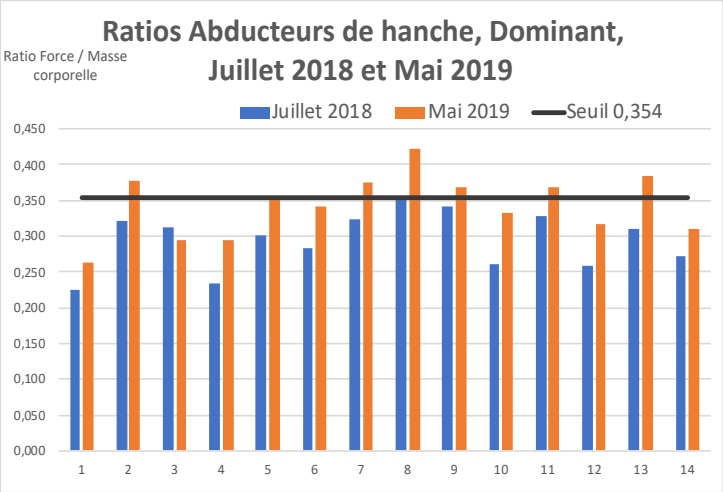


Figure 9

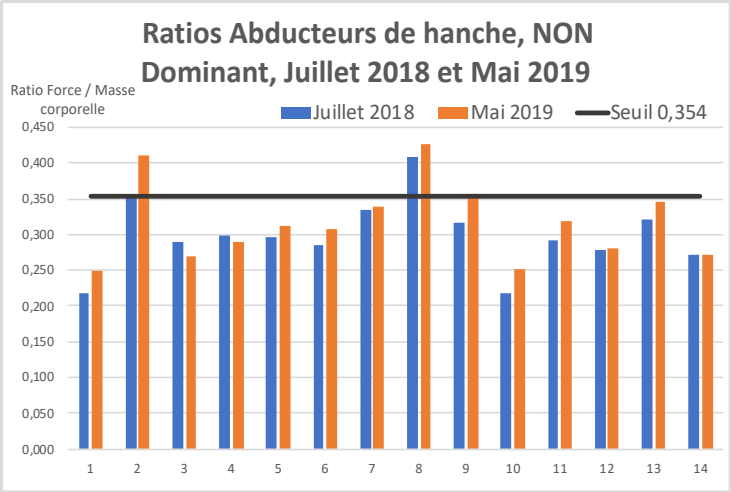


Figure 10

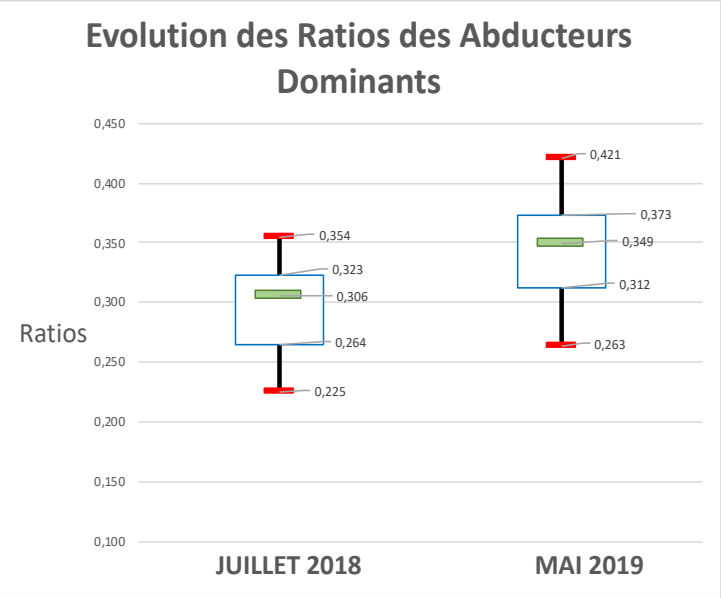


Figure 11

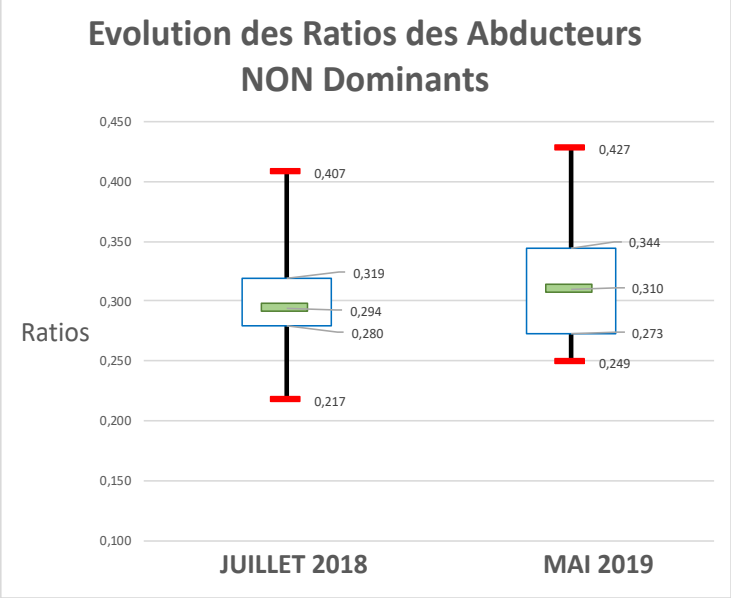


Figure 12

L'ensemble des résultats est représenté dans le tableau récapitulatif final (figure n°13).

TABLEAU RECAPITULATIF FINAL				
		JUILLET 2018 Moyenne ± écart-type ou Médiane (Q1 ; Q3)	MAI 2019 Moyenne ± écart-type ou Médiane (Q1 ; Q3)	Significativité selon Wilcoxon pour échantillons appariés
ROTATEURS EXTERNES				
Force Membre Dominant (Kg)	MOYENNE	12,44 ±2,03	14,44 ±1,94	p= 0,0011
Force Membre NON Dominant (Kg)		13,34 ±3,19	14,49 ±2,29	p= 0,069
Ratio Membre Dominant	MEDIANE	0,211 (0,189 ; 0,237)	0,241 (0,210 ; 0,264)	p= 0,0001
Ratio Membre NON Dominant		0,221 (0,189 ; 0,233)	0,241 (0,213 ; 0,267)	p= 0,0785
ABDUCTEURS				
Force Membre Dominant (Kg)	MOYENNE	17,69 ±3,16	20,72 ±2,53	p= 0,0015
Force Membre NON Dominant (Kg)		17,91 ±3,53	19,15 ±3,45	p= 0,0064
Ratio Membre Dominant	MEDIANE	0,306 (0,264 ; 0,323)	0,349 (0,312 ; 0,373)	p= 0,001
Ratio Membre NON Dominant		0,294 (0,280 ; 0,319)	0,310 (0,273 ; 0,344)	p= 0,0085

Figure 13

D) Évolution du valgus dynamique

L'ensemble des observations de valgus dynamiques est représenté dans la figure 14.

Sur le membre dominant tout d'abord, 1 seul valgus a été observé en bipodal en Juillet 2018, de même qu'en Mai 2019 (le valgus de 2018 a disparu tandis qu'un autre est apparu chez un autre sujet).

En monopodal, 2 valgus dynamiques ont été observés en Juillet 2018, également présents en Mai 2019.

Sur le membre non dominant, 3 valgus dynamiques en bipodal qui ont été observés en Juillet 2018 ont disparu en Mai 2019. On remarque cependant l'apparition d'un valgus chez une autre joueuse (la même que sur le membre dominant).

En monopodal, 4 valgus ont été observés en Juillet 2018 et 1 seul d'entre eux a été corrigé en Mai 2019.

Au total, 10 valgus dynamiques ont été observés en Mai 2018 contre 7 en Juillet 2019. Cependant, devant le faible nombre de sujets et la faible quantité d'observations de valgus dynamiques, la comparaison de la proportion des sujets présentant un valgus dynamique, entre début et fin de saison n'a pas pu être effectuée.

EVOLUTION DU VALGUS DYNAMIQUE AU COURS DE LA SAISON											
MEMBRE DOMINANT						MEMBRE NON DOMINANT					
BIPODAL			MONOPODAL			BIPODAL			MONOPODAL		
JUILLET 2018	MAI 2019	Evolution	JUILLET 2018	MAI 2019	Evolution	JUILLET 2018	MAI 2019	Evolution	JUILLET 2018	MAI 2019	Evolution
0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	-1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	-1	0	0	0	1	0	-1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	-1	1	0	-1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 = valgus		1	Apparition								
0= normal		0	égal								
		-1	Disparition								

Figure 14

4) Discussion

A) Pourquoi cette population ?

Le football est l'un des sports les plus traumatogène pour le genou et notamment pourvoyeurs de lésions du LCA.

Parmi les sportifs, le sexe féminin est notamment plus à risque que les hommes. Deux joueuses ont d'ailleurs souffert de ce type de blessures au cours de la saison précédente. C'est la raison pour laquelle il a été décidé de s'intéresser à la prévention de ces lésions dans l'équipe professionnelle féminine du FC Girondins de Bordeaux.

B) Résumé des principaux résultats

Concernant les rotateurs externes de hanche, on retrouve une augmentation significative de la force musculaire passant en moyenne de 12,44 Kg à 14,44 Kg sur le membre dominant. L'évolution sur le membre non dominant est aussi positive avec une moyenne passant de 13,34 Kg à 14,49 Kg, mais cette augmentation n'est pas significative.

De plus, on obtient une augmentation significative de la médiane du ratio (force / masse corporelle) sur le membre dominant en fin de saison (de 0,211 à 0,241) et une augmentation non significative sur le membre non dominant (de 0,221 à 0,241).

Ainsi, même s'il n'a pas été possible de comparer le pourcentage de joueuses en dessous du seuil de risque de lésion du LCA décrit par Khayambashi (du fait d'un effectif trop réduit), on remarque une nette tendance à l'amélioration avec 1 joueuse à risque sur le membre dominant et le membre non-dominant en fin de saison (contre 5 joueuses à risque sur le membre dominant et 3 sur le membre non-dominant en début de saison).

Si l'on s'intéresse aux abducteurs de hanche, on retrouve également une augmentation significative de la force musculaire au cours de la saison, passant en moyenne de 17,69 Kg à 20,72 Kg du côté dominant et de 17,91 Kg à 19,15 Kg sur le côté non dominant.

De même, on retrouve une augmentation significative de la médiane du ratio sur le membre dominant (de 0,306 à 0,349) et sur le membre non dominant (de 0,294 à 0,310).

Là-aussi, même s'il n'a pas été possible de comparer le pourcentage de joueuses en dessous du seuil de risque décrit par Khayambashi, on retrouve une nette tendance à l'amélioration avec 7 joueuses à risque en 2019, contre 14 en 2018 du côté dominant, et avec 11 joueuses à risque en fin de saison du coté non dominant contre 13 joueuses en début de saison.

On constate donc une amélioration globale de la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche suite à la mise en place du protocole de prévention multimodal.

On peut également être surpris par le nombre important de joueuses en dessous du seuil de risque de lésions du LCA en début de saison, traduisant l'intérêt du renforcement de ces muscles. Même s'il est diminué suite à l'introduction du protocole de préparation multimodal, ce nombre de joueuses à risque reste malgré tout important en fin de saison. L'ajout d'exercices supplémentaires parait donc intéressant afin de corriger complètement ce risque.

Enfin, en ce qui concerne l'évolution du valgus dynamique au cours de la saison, on retrouve 10 observations en début de saison contre 7 en fin de saison. Cependant, le faible nombre de sujets et d'observations induit un manque de puissance important et ne permet pas une comparaison fiable.

C) Comparaison avec les données de la littérature

Les valeurs de forces mesurées dans notre études sont similaires à celles mesurées dans l'étude de Khayambashi (9) et dans l'étude de Mentiplay (64) en 2019 sur des footballeuses de première division Australienne, à l'aide d'un dynamomètre manuel. Ceci renforce donc la fiabilité externe de nos résultats.

D) Biais de l'étude

On peut tout d'abord citer le faible nombre de sujets dans l'étude comme l'un des points faibles. En effet, un effectif plus important aurait contribué à une meilleure puissance statistique. De même, 2 joueuses ont été exclues de l'étude car elles n'avaient pas été évaluées par le même kinésithérapeute. Cela a cependant permis d'éviter un biais de mesure inter-examinateur.
On regrette également les 5 joueuses perdues de vue du fait d'une blessures en fin de saison au moment de la période des tests. Ceci pourrait avoir entrainé un biais de sélection en éliminant potentiellement les joueuses avec un déficit neuromusculaire. Malgré tout, aucune de ces blessures n'était une lésion du LCA.

Ensuite, l'absence de groupe contrôle permettant de comparer l'évolution de la force musculaire avec ou sans protocole de préparation est un facteur limitant de l'étude. L'augmentation de la force musculaire au sein de la saison pourrait ainsi être consécutive à la reprise progressive de la condition physique au cours de la saison.

Il est cependant difficile de proposer un tel schéma d'étude au sein d'une équipe professionnelle avec un objectif certain de résultats. De plus, l'absence de protocole de préparation systématique la saison précédente nous a permis de l'étudier sur une population naïve de ce type de protocole. En revanche, il s'agissait tout de même d'une population de sportives professionnelles qui bénéficiait d'une préparation physique la saison précédente ; nos résultats auraient donc été certainement encore plus importants sur une équipe de footballeuses amatrices.

Par ailleurs, ces tests ont été réalisés à l'aide d'un dynamomètre manuel. Une meilleure fiabilité aurait pu être obtenue via l'utilisation de l'isocinétisme. Cependant, toutes les mesures ont été effectuées par le même kinésithérapeute, expérimenté et en bonne condition physique, ce qui a permis de minimiser ce biais de mesure. Celles-ci sont d'ailleurs concordantes avec les données de la littérature, comme expliqué précédemment.

Enfin, concernant l'analyse vidéo du valgus dynamique, il existe un évident biais de mesure. En effet, la présence ou l'absence d'un valgus sur la vidéo est déterminée subjectivement, en fonction de l'alignement de la hanche, du genou et de la cheville, induisant un manque de précision. Il aurait été intéressant de pouvoir faire des mesures d'angles mais l'absence de marqueurs placés sur chaque articulation au moment des sauts rendait difficile cette analyse.

E) Points forts de l'étude

Il s'agit de la première étude ayant étudié l'évolution de la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche suite à la mise en place d'un protocole de préparation multimodal.

Nos résultats sont concordants avec ceux de la littérature, d'où une bonne fiabilité externe.

Ceux-ci montrent une amélioration de la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche au cours de la saison, après introduction d'un protocole de préparation multimodal adapté depuis le FIFA 11+. Ils renforcent ainsi l'intérêt d'un tel protocole dans le cadre de la prévention des lésions du LCA.

5) Conclusion

Notre étude retrouve donc une amélioration significative de la force des rotateurs externes et abducteurs de hanche suite à l'introduction d'un protocole de préparation multimodal adapté depuis le FIFA 11+ (à l'exception des rotateurs externes du coté non dominant où la tendance à l'amélioration est non significative).

Elle souligne également l'importance d'une prévention centrée sur ces muscles puisqu'un grand nombre de joueuses étaient en dessous du seuil de risque de lésion du LCA décrit par Khayambashi.

Par ailleurs, si la plupart des joueuses ont progressé, permettant de passer au-dessus du seuil de risque, beaucoup d'entre elles restent cependant à risque. De plus, le faible nombre de sujets a rendu impossible la comparaison des sujets à risque en début et en fin de saison. Une étude similaire avec un nombre de sujets plus important serait donc nécessaire afin de vérifier cette information.

IV) INTERET DE CETTE ETUDE ET PERSPECTIVES

Cette étude nous a tout d'abord permis d'observer l'amélioration de la force des abducteurs et rotateurs externes de hanche au cours de la saison, après introduction d'un protocole de préparation multimodal.
Elle conforte donc l'intérêt de ce type de protocole pour la prévention des lésions du LCA sans contact.
D'ailleurs, la simplicité de sa mise en place permet une reproductibilité facile dans les clubs professionnels ou amateurs.

En revanche, elle montre également que la plupart des joueuses sont en dessous du seuil de risque de lésions du LCA et y restent pour la majorité d'entre elles au cours de la saison. Un travail de prévention supplémentaire parait donc important afin de diminuer au minimum ce risque.

Enfin, il nous semblerait intéressant d'évaluer l'introduction d'un protocole de préparation multimodal tel que le FIFA 11+ chez une équipe féminine non professionnelle. En effet, même si aucun protocole multimodal n'était réalisé quotidiennement la saison précédente, les joueuses bénéficiaient tout de même d'une préparation physique régulière ainsi que des exercices de musculation. Ceci a donc pu conduire à diminuer l'impact de l'introduction du protocole sur la force des muscles évalués. Si la même étude était réalisée sur une équipe de joueuses non professionnelles, on pourrait sans doute observer une évolution plus importante de la force de ces muscles au cours de la saison.

V) BIBLIOGRAPHIE

1. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. Arthroscopy. déc 2007;23(12):1320-1325.e6.
2. Lefevre N, Herman S, Bohu Y. Anterior cruciate ligament tear during the menstrual cycle in female recreational skiers. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. 1 sept 2013;99(5):571-5.
3. Wojtys EM, Huston LJ, Lindenfeld TN, Hewett TE, Greenfield MLVH. Association Between the Menstrual Cycle and Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes. Am J Sports Med. 1 sept 1998;26(5):614-9.
4. Bowers AL, Spindler KP, McCarty EC, Arrigain S. Height, weight, and BMI predict intra-articular injuries observed during ACL reconstruction: evaluation of 456 cases from a prospective ACL database. Clin J Sport Med. janv 2005;15(1):9-13.
5. Lefevre N, Bohu Y, Herman S. Revue de littérature : la rupture du ligament croisé antérieur : particularités féminines. Journal de Traumatologie du Sport. 1 mars 2011;28(1):24-30.
6. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. Clin J Sport Med. mars 2012;22(2):116-21.
7. Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Nick TG, Hewett TE. The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. Am J Sports Med. juin 2008;36(6):1073-80.
8. Ramesh R, Von Arx O, Azzopardi T, Schranz PJ. The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity. J Bone Joint Surg Br. juin 2005;87(6):800-3.
9. Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. Am J Sports Med. 1 févr 2016;44(2):355-61.
10. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? Clin Orthop Relat Res. oct 2017;475(10):2447-55.
11. Kunz - 2006 - D'après une vaste enquête menée par la FIFA auprès.pdf [Internet]. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: https://fr.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/fmaga_9470.pdf
12. La Fédération Française de Football en chiffres - FFF [Internet]. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: https://www.fff.fr/la-fff/organisation/chiffres-cles-fff
13. Le Classement mondial féminin de la FIFA - Classement complet - FIFA.com [Internet]. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: https://fr.fifa.com/fifa-world-ranking/ranking-table/women/
14. Histoire | Girondins.com [Internet]. [cité 5 juin 2019]. Disponible sur: https://www.girondins.com/fr/histoire
15. Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A Multisport Epidemiologic Comparison of Anterior Cruciate Ligament Injuries in High School Athletics. J Athl Train. 2013;48(6):810-7.
16. Ness BM, Comstock BA, Schweinle WE. Changes in Dynamic Balance and Hip Strength After an Eight-Week Conditioning Program in Ncaa Division I Female Soccer (football) Athletes. Int J Sports Phys Ther. déc 2016;11(7):1054-64.
17. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior Cruciate Ligament Injury in National Collegiate Athletic Association Basketball and Soccer: A 13-Year Review: The American Journal of Sports Medicine [Internet]. 30 août 2017 [cité 26 déc 2018]; Disponible sur: https://journals-sagepub-com.docelec.u-bordeaux.fr/doi/10.1177/0363546504269937
18. Rodineau J. Les mécanismes de rupture du ligament croisé antérieur. Journal de Traumatologie du Sport. 1 sept 2014;31(3):149-52.
19. Rodineau J. Les mécanismes de rupture du ligament croisé antérieur. Journal de Traumatologie du Sport. 1 sept 2014;31(3):149-52.

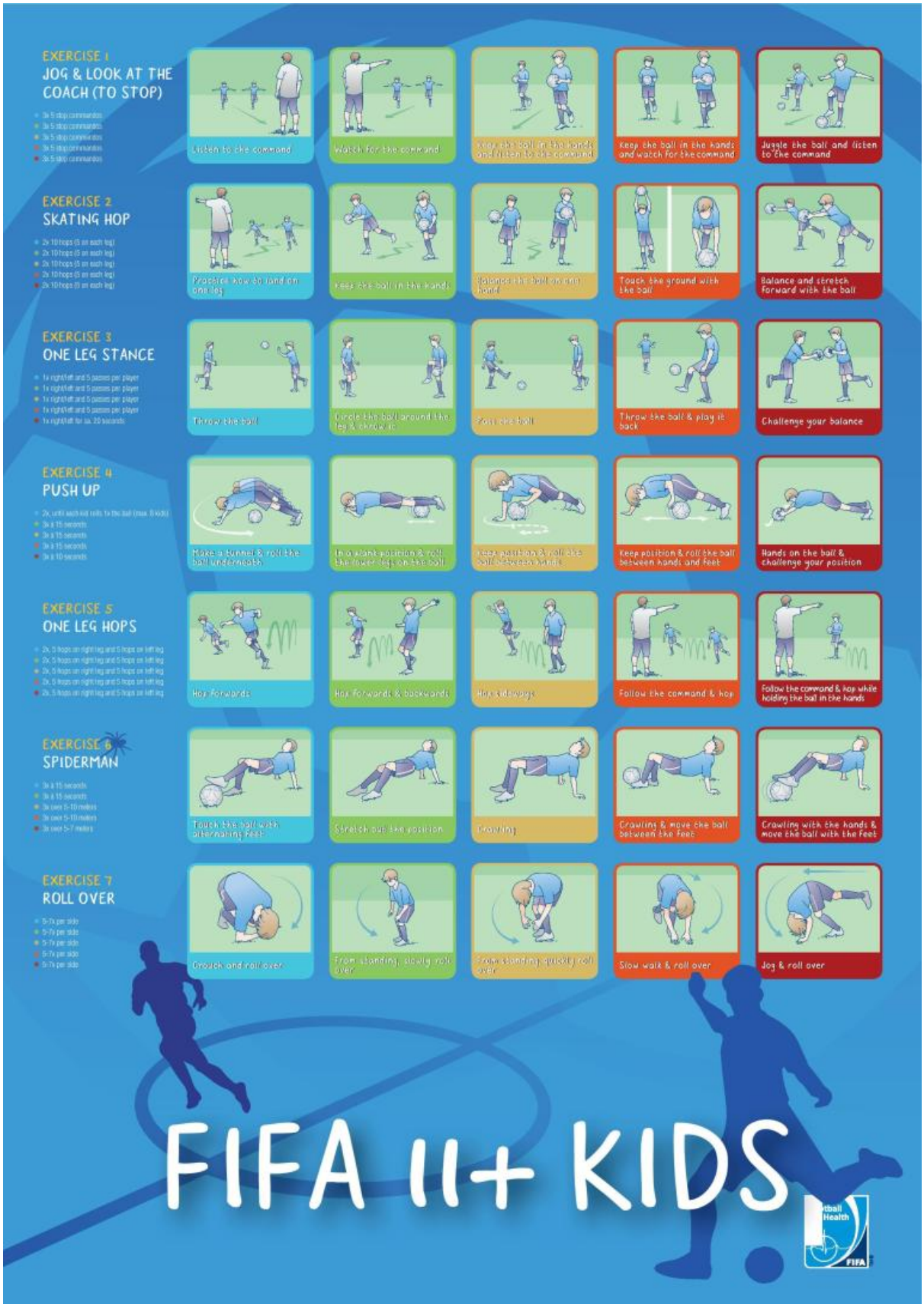
20. Lefevre N, Bohu Y, Herman S. Traitements - GENOU - Ligament - Ligamentoplastie du LCA : les techniques actuelles : DIDT, KJ, DT4 TLS, Macintosh au fascia Lata, tendon quadricipital, double faisceau, Lemaire, rupture partielle, navigation, allogreffe [Internet]. [cité 11 juill 2019]. Disponible sur: http://www.chirurgiedusport.com/index.php?action=popupPrint&a=760193
21. Pinheiro JP. Traitement conservateur de la rupture du ligament croisé antérieur. Journal de Traumatologie du Sport. 1 déc 2007;24(4):222-6.
22. Delincé P, Ghafil D. Anterior cruciate ligament tears: conservative or surgical treatment? A critical review of the literature. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. janv 2012;20(1):48-61.
23. Baudot C, Thoribe B, Colombet P, Paris G, Robinson J. Cicatrisation du ligament croisé antéro-externe Devenir fonctionnel à plus d'un an: À propos de 50 cas - ScienceDirect [Internet]. [cité 10 juill 2019]. Disponible sur: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0762915X05832097
24. Fujimoto E, Sumen Y, Ochi M, Ikuta Y. Spontaneous healing of acute anterior cruciate ligament (ACL) injuries - conservative treatment using an extension block soft brace without anterior stabilization. Arch Orthop Trauma Surg. mai 2002;122(4):212-6.
25. Ihara H, Miwa M, Deya K, Torisu K. MRI of anterior cruciate ligament healing. J Comput Assist Tomogr. avr 1996;20(2):317-21.
26. Génin J, Barthélémy JP. Arthrose, ménisques et laxité antérieure du genou. Journal de Traumatologie du Sport. 1 mars 2004;21(1):14-25.
27. Culvenor AG, Collins NJ, Guermazi A, Cook JL, Vicenzino B, Khan KM, et al. Early knee osteoarthritis is evident one year following anterior cruciate ligament reconstruction: a magnetic resonance imaging evaluation. Arthritis & Rheumatology. 2015;67(4):946-55.
28. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Quatman CE. Mechanisms, Prediction, and Prevention of ACL Injuries: Cut Risk With Three Sharpened and Validated Tools. J Orthop Res. nov 2016;34(11):1843-55.
29. Schachter AK, Rokito AS. ACL injuries in the skeletally immature patient. Orthopedics. mai 2007;30(5):365-70; quiz 371-2.
30. Gallagher SS, Finison K, Guyer B, Goodenough S. The incidence of injuries among 87,000 Massachusetts children and adolescents: results of the 1980-81 Statewide Childhood Injury Prevention Program Surveillance System. Am J Public Health. déc 1984;74(12):1340-7.
31. Arendt EA, Agel J, Dick R. Anterior Cruciate Ligament Injury Patterns Among Collegiate Men and Women. J Athl Train. 1999;34(2):86-92.
32. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, Demaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. Am J Sports Med. sept 2006;34(9):1512-32.
33. Chaudhari AMW, Zelman EA, Flanigan DC, Kaeding CC, Nagaraja HN. ACL-Injured Subjects Have Smaller ACLs Than Matched Controls: An MRI Study. Am J Sports Med. juill 2009;37(7):1282-7.
34. Tamalet B, Maillé P. Programme de prévention des ruptures du LCA. Efficacité dans la pratique du football. L'expérience FIFA d'une mise en place élargie. Journal de Traumatologie du Sport. 1 sept 2014;31(3):179-84.
35. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. Am J Sports Med. avr 2005;33(4):492-501.
36. Hewett TE, Lynch TR, Myer GD, Ford KR, Gwin RC, Heidt RS. Multiple risk factors related to familial predisposition to anterior cruciate ligament injury: fraternal twin sisters with anterior cruciate ligament ruptures. Br J Sports Med. sept 2010;44(12):848-55.
37. Huston LJ, Wojtys EM. Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. Am J Sports Med. août 1996;24(4):427-36.
38. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen O-E, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study

over three seasons. Clin J Sport Med. mars 2003;13(2):71-8.
39. Johnson RJ, Ettlinger CF, Shealy JE. Update on Injury Trends in Alpine Skiing. JAI. 6 nov 2008;5(10):1-12.
40. Mansfield. Effects of Playing Surface and Shoe Type on ACL Tears in Soccer Players [Internet]. ResearchGate. [cité 13 août 2019]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/312041800_Effects_of_Playing_Surface_and_Shoe_Type_on_ACL_Tears_in_Soccer_Players
41. Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Rainfall, evaporation and the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury in the Australian Football League. Med J Aust. 5 avr 1999;170(7):304-6.
42. Masson É, Delmeule T, Petit H, Sibon I, Adam C, Nicolescu-Catargi B. Modalités d'utilisation de l'isocinétisme par les clubs français de football professionnel et évaluation isocinétique des muscles extenseurs et fléchisseurs du genou chez le footballeur de haut niveau du Football Club des Girondins de Bordeaux à l'aide d'un protocole type. :95.
43. Ekstrand J, Gillquist J, Liljedahl SO. Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist. Am J Sports Med. juin 1983;11(3):116-20.
44. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. Am J Sports Med. juill 2005;33(7):1003-10.
45. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. BMJ. 10 déc 2008;337:a2469.
46. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. Am J Sports Med. nov 2015;43(11):2628-37.
47. Ejnisman B, Barbosa G, Andreoli CV, Pochini A de C, Lobo T, Zogaib R, et al. Shoulder injuries in soccer goalkeepers: review and development of a FIFA 11+ shoulder injury prevention program [Internet]. Open Access Journal of Sports Medicine. 2016 [cité 24 sept 2019]. Disponible sur: https://www.dovepress.com/shoulder-injuries-in-soccer-goalkeepers-review-and-development-of-a-fi-peer-reviewed-fulltext-article-OAJSM
48. O'Brien J, Young W, Finch CF. The use and modification of injury prevention exercises by professional youth soccer teams. Scand J Med Sci Sports. nov 2017;27(11):1337-46.
49. Kelln BM, McKeon PO, Gontkof LM, Hertel J. Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active,young adults. J Sport Rehabil. mai 2008;17(2):160-70.
50. Saey D, Troosters T. Measuring skeletal muscle strength and endurance, from bench to bedside. Clin Invest Med. 1 oct 2008;31(5):E307-311.
51. Kolber MJ, Beekhuizen K, Cheng M-SS, Fiebert IM. The reliability of hand-held dynamometry in measuring isometric strength of the shoulder internal and external rotator musculature using a stabilization device. Physiother Theory Pract. avr 2007;23(2):119-24.
52. Thorborg K, Bandholm T, Hölmich P. Hip- and knee-strength assessments using a hand-held dynamometer with external belt-fixation are inter-tester reliable. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. mars 2013;21(3):550-5.
53. Beck M, Giess R, Würffel W, Magnus T, Ochs G, Toyka KV. Comparison of maximal voluntary isometric contraction and Drachman's hand-held dynamometry in evaluating patients with amyotrophic lateral sclerosis. Muscle Nerve. sept 1999;22(9):1265-70.
54. Whiteley R, Jacobsen P, Prior S, Skazalski C, Otten R, Johnson A. Correlation of isokinetic and novel hand-held dynamometry measures of knee flexion and extension strength testing. J Sci Med Sport. sept 2012;15(5):444-50.
55. Kline PW, Burnham J, Yonz M, Johnson D, Ireland ML, Noehren B. Hip External Rotation Strength Predicts Hop Performance after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Knee Surg

Sports Traumatol Arthrosc. avr 2018;26(4):1137-44.
56. Augustsson SR, Ageberg E. Weaker lower extremity muscle strength predicts traumatic knee injury in youth female but not male athletes. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 1 avr 2017;3(1):e000222.
57. Powers CM, Ghoddosi N, Straub RK, Khayambashi K. Hip Strength as a Predictor of Ankle Sprains in Male Soccer Players: A Prospective Study. Journal of Athletic Training. 1 nov 2017;52(11):1048-55.
58. Van Cant J, Pineux C, Pitance L, Feipel V. Hip muscle strength and endurance in females with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. Int J Sports Phys Ther. oct 2014;9(5):564-82.
59. Herbst KA, Barber Foss KD, Fader L, Hewett TE, Witvrouw E, Stanfield D, et al. Hip Strength Is Greater in Athletes Who Subsequently Develop Patellofemoral Pain. Am J Sports Med. nov 2015;43(11):2747-52.
60. Jackson KM, Beach TAC, Andrews DM. The Effect of an Isometric Hip Muscle Strength Training Protocol on Valgus Angle During a Drop Vertical Jump in Competitive Female Volleyball Players. International Journal of Kinesiology and Sports Science. 7 oct 2017;5(4):1-9.
61. Bouvard M, Dorochenko P, Lanusse P, Duraffour H. La pubalgie du sportif — stratégie thérapeutique. /data/revues/0762915X/00210003/146/ [Internet]. 19 févr 2008 [cité 10 sept 2019]; Disponible sur: https://www.em-consulte.com/en/article/86663
62. Léger L, Cazorla G, Petibois C, Bosquet L. Lactate et exercice : mythes et réalités. Staps. 2001;54(1):63.
63. Cazorla G, Leger L. Utilisation des tests de terrain dans l'orientation du contenu d'entraînement dans les sports individuels et collectifs. 2004;19.
64. Mentiplay BF, Mosler AB, Crossley KM, Carey DL, Sakadjian K, Bodger R, et al. Lower limb musculoskeletal screening in elite female Australian football players. Physical Therapy in Sport [Internet]. 14 août 2019 [cité 23 août 2019]; Disponible sur: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X19300872

VI) ANNEXES

Annexe n°1 :



Annexe n° 2 :

FIFA 11+S

Part I – Warm-up exercises*

1 Run
Relaxed walking or running. the speed can be progressively increased.
5 min

2 Throw the ball in the chest line
Ask for help from a partner. With both hands in front of the body, throw and catch the ball, first with your elbows flexed and then with your arms over your head. 1 min

3 Spinning movements with the hands
Interlace the fingers and make spinning movements with the hands. 1 min

Part II – strength and balance of the shoulder, elbow, wrist, and finger muscles**

1A External rotation
Initial position: Standing with the elbow flexed at 90° to the side
Exercise: Rotate the arm from neutral to external rotation.

1B External rotation
Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 45° abducted
Exercise: Rotate the arm from the neutral to external rotation.

1C External rotation
Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 90° abducted
Exercise: Rotate the arm from the neutral to external rotation.

2A Internal rotation
Initial position: standing with the elbow flexed at 90° to the side
Exercise: Rotate the arm from neutral to external rotation.

2B Internal rotation
Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 45° abducted
Exercise: Rotate the arm from neutral to internal rotation.

2C Internal rotation
Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 90° abducted
Exercise: Rotate the arm from neutral to internal rotation.

3A Scaption
Rise the arm with external rotation in the scapular plane (30° in the frontal plane) to shoulder height. Hold a weight.

3B Scaption
Rise the arm with external rotation in the scapular plane (30° in the frontal plane) to shoulder height. Hold heavier weight than the previous level.

3C Scaption
Rise the arm with external rotation in the scapular plane (30° in the frontal plane) to shoulder height. Hold heavier weight than the previous level.

4A Push-up-plus
In the prone position. The hands should be placed at a distance corresponding to the width of the shoulders.
Exercise: Rise the body and then lower the body

4B Push-up-plus
In the same position. Place an anklet of 5 kg on your back.
Exercise: Rise the body and then lower the body

4C Push-up-plus
In the same position but on one foot. Place an anklet of more than 5 kg on your back.
Exercise: Rise the body and then lower the body

5A Inferior and mid trapezius
In the prone position, arms in 90° abduction. After changing the arms to 120° of abduction.
Exercise: Hold a weight and bring the arm back slightly.

5B Inferior and mid trapezius
In the prone position, arms in 90° abduction. After changing the arms to 120° of abduction.
Exercise: Hold heavier weight than the previous level and bring the arm back slightly.

5C Inferior and mid trapezius
In the prone position, arms in 90° abduction. After changing the arms to 120° of abduction.
Exercise: Hold heavier weight than the previous level and bring the arm back slightly.

6A Biceps
Position: Arms at your sides, palms facing inwards. Hold a weight.
Exercise: Bend your elbows, turning the palms upward.

6B Biceps
Position: Arms at your sides, palms facing inwards. Hold heavier weight than the previous level.
Exercise: Bend your elbows, turning the palms upward.

6C Biceps
Position: Arms at your sides, palms facing inwards. Hold heavier weight than the previous level.
Exercise: Bend your elbows, turning the palms upward.

7A Wrist flexors
Position: Support the forearm, palm of the hand upward. Hold a weight.
Exercise: Lower the weight as far as possible and then lift it up.

7B Wrist flexors
Position: Support the forearm, palm of the hand upward. Hold heavier weight than the previous level.
Exercise: Lower the weight as far as possible and then lift it up.

7C Wrist flexors
Position: Support the forearm, palm of the hand upward. Hold heavier weight than the previous level.
Exercise: Lower the weight as far as possible and then lift it up.

8A Wrist extensors
Position: Support the forearm, palm of the hand down. Hold a weight.
Exercise: Lift up weight as far as possible and then lift it up.

8B Wrist extensors
Position: Support the forearm, palm of the hand down. Hold heavier weight than the previous level.
Exercise: Lift up weight as far as possible and then lift it up.

8C Wrist extensors
Position: Support the forearm, palm of the hand down. Hold heavier weight than the previous level.
Exercise: Lift up weight as far as possible and then lift it up.

9A Finger flexors
Position: Supported forearm and palm of the hand down on an elastic.
Exercise: Close the hand, pulling the elastic.

9B Finger flexors
Position: Supported forearm and palm of the hand down on an elastic. Increase the resistance of the elastic.
Exercise: Close the hand, pulling the elastic.

9C Finger flexors
Position: Supported forearm and palm of the hand down on an elastic. Increase the resistance of the elastic.
Exercise: Close the hand, pulling the elastic.

10A Finger extensors
Position: Supported forearm and palm of the hand upward on an elastic. The other hand holds the elastic.
Exercise: Open the hand, stretching the elastic.

10B Finger extensors
Position: Supported forearm and palm of the hand upward on an elastic. The other hand holds the elastic. Increase the resistance of the elastic.
Exercise: Open the hand, stretching the elastic.

10C Finger extensors
Position: Supported forearm and palm of the hand upward on an elastic. The other hand holds the elastic. Increase the resistance of the elastic.
Exercise: Open the hand, stretching the elastic.

Part III – Core stability and muscle control with advanced exercises***

1 Jump and throw the ball over the head
Ask for help from a partner. Jump and with the elbow extended and arm above the level of the head, throw and catch the ball.

2 Throw the ball over the head with an arm
Ask for help from a partner. With the elbow extended and arm above the level of the head, throw and catch the ball with an arm.

3 Throw the ball to the sides
With the elbow extended, throw and catch the ball one arm at a time. Make the movement with the arm by the body's side and lift it up over the head.

4 Jump with your hands on the mini trampoline
In prone position, firming yourself with the feet on the ground and the palms of the hands on the mini trampoline. "jump" with your hands, keeping the elbows straight.

5 Walking on hands
Ask for a partner to hold your legs and, in prone position, "walk" using your hands. Move forward, backward and to the sides.

5 Plyometric external rotation
Flexed elbow in 90° and flexed and abducted arm in 90°. Hold the elastic and make movements from neutral to lateral rotation quickly.

Annexe n°3 :

Comparaisons Rotateurs Externes de Hanche JUILLET 2018 / MAI 2019									
DOMINANT					NON DOMINANT				
Valeurs Mesurées (en Kg)		EVOLUTION	RISQUE: seuil 0,203		Valeurs Mesurées (en Kg)		EVOLUTION	RISQUE: seuil 0,203	
		Saison Complète	Risque en JUILLET 2018	Risque en MAI 2019			Saison Complète	Risque en JUILLET 2018	Risque en MAI 2019
Rot Ext D JUILLET	Rot Ext D MAI	Ratio Mai/Juillet	Ratio Juillet/Masse	Ratio Mai/Masse	Rot Ext ND JUILLET	Rot Ext ND MAI	Ratio Mai/Juillet	Ratio Juillet/Masse	Ratio Mai/Masse
12,10	13,7	1,132	0,175	0,202	12,90	13,1	1,016	0,187	0,193
11,50	12,7	1,104	0,169	0,205	15,50	12,3	0,794	0,228	0,198
9,00	16,5	1,833	0,138	0,249	21,00	18,1	0,862	0,323	0,273
16,00	18	1,125	0,254	0,269	14,30	16	1,119	0,227	0,239
10,20	10,6	1,039	0,204	0,206	11,00	11,6	1,055	0,220	0,225
10,60	15,2	1,434	0,212	0,281	8,60	15,4	1,791	0,172	0,285
15,30	16,9	1,105	0,278	0,301	17,70	17,7	1,000	0,322	0,316
13,50	13,8	1,022	0,250	0,247	12,70	13,6	1,071	0,235	0,244
13,80	14,6	1,058	0,238	0,245	10,60	14,9	1,406	0,183	0,250
10,30	12,6	1,223	0,198	0,237	10,20	11,1	1,088	0,196	0,209
13,70	15,4	1,124	0,236	0,275	13,80	15,1	1,094	0,238	0,269
11,90	13,2	1,109	0,186	0,204	11,70	12,4	1,060	0,183	0,192
13,80	15,1	1,094	0,212	0,223	13,60	17,5	1,287	0,209	0,259
12,40	13,8	1,113	0,210	0,234	13,10	14,1	1,076	0,222	0,239

21 joueuses inclues
5 perdues de vue et 2 exclues
Total 14 joueuses

A risque car < seuil
Non a risque car > seuil

Annexe n°4 :

Comparaisons Abducteurs de Hanche Juillet 2018 / Mai 2019									
DOMINANT					NON DOMINANT				
Valeurs Mesurées (en Kg)		EVOLUTION	RISQUE: seuil 0,354		Valeurs Mesurées (en Kg)		EVOLUTION	RISQUE: seuil 0,354	
		Saison Complète	Risque en JUILLET 2018	Risque en MAI 2019			Saison Complète	Risque en JUILLET 2018	Risque en MAI 2019
Abduc D JUILLET	Abduc D MAI	Ratio Mai/Juillet	Ratio Juillet/Masse	Ratio Mai/Masse	Abduc ND JUILLET	Abduc ND MAI	Ratio Mai/Juillet	Ratio Juillet/Masse	Ratio Mai/Masse
15,5	17,8	1,148	0,225	0,263	15,1	16,9	1,119	0,219	0,249
21,9	23,4	1,068	0,322	0,377	23,9	25,5	1,067	0,351	0,411
24,3	22,8	0,938	0,313	0,294	22,4	20,9	0,933	0,289	0,269
14,7	19,7	1,340	0,233	0,294	18,8	19,3	1,027	0,298	0,288
15,1	18,3	1,212	0,302	0,355	14,8	16,1	1,088	0,296	0,313
14,2	18,5	1,303	0,284	0,343	14,2	16,6	1,169	0,284	0,307
17,8	21	1,180	0,324	0,374	18,4	19	1,033	0,335	0,339
19,1	23,5	1,230	0,354	0,421	22	23,8	1,082	0,407	0,427
19,8	22	1,111	0,341	0,369	18,4	21,2	1,152	0,317	0,356
13,6	17,7	1,301	0,262	0,333	11,3	13,3	1,177	0,217	0,250
19	20,7	1,089	0,328	0,369	16,9	17,9	1,059	0,291	0,319
16,5	20,5	1,242	0,258	0,317	17,8	18,2	1,022	0,278	0,282
20,2	25,9	1,282	0,311	0,383	20,8	23,4	1,125	0,320	0,346
16	18,3	1,144	0,271	0,310	16	16	1,000	0,271	0,271

21 joueuses inclues
5 perdues de vue et 2 exclues
Total 14 joueuses

A risque car < seuil
Non a risque car > seuil

Annexe n°5 :

Evolution de la Force Musculaire entre Juillet 2018 et Mai 2019										
Force Abducteurs (en Kg)						Force Rotateurs Externes (en Kg)				
Dominants			Non Dominants			Dominants			Non Dominants	
Juillet 2018	Mai 2019		Juillet 2018	Mai 2019		Juillet 2018	Mai 2019		Juillet 2018	Mai 2019
15,5	17,8		15,1	16,9		12,10	13,7		12,90	13,1
21,9	23,4		23,9	25,5		11,50	12,7		15,50	12,3
24,3	22,8		22,4	20,9		9,00	16,5		21,00	18,1
14,7	19,7		18,8	19,3		16,00	18		14,30	16
15,1	18,3		14,8	16,1		10,20	10,6		11,00	11,6
14,2	18,5		14,2	16,6		10,60	15,2		8,60	15,4
17,8	21		18,4	19		15,30	16,9		17,70	17,7
19,1	23,5		22	23,8		13,50	13,8		12,70	13,6
19,8	22		18,4	21,2		13,80	14,6		10,60	14,9
13,6	17,7		11,3	13,3		10,30	12,6		10,20	11,1
19	20,7		16,9	17,9		13,70	15,4		13,80	15,1
16,5	20,5		17,8	18,2		11,90	13,2		11,70	12,4
20,2	25,9		20,8	23,4		13,80	15,1		13,60	17,5
16	18,3		16	16		12,40	13,8		13,10	14,1
17,693	20,721	**MOYENNE**	17,914	19,150		12,436	14,436	**MOYENNE**	13,336	14,493
3,156	2,529	**ECART-TYPE**	3,531	3,451		2,026	1,941	**ECART-TYPE**	3,189	2,286
Comparaison des Moyennes selon le Test Wilcoxon pour échantillons appariés										
p= 0.0015			p=0.0064			p=0.0011			p=0.0691	

Annexe n°6 :

Evolution des Ratios Force/Masse entre Juillet 2018 et Mai 2019											
Ratios Abducteurs							Ratios Rotateurs Externes				
Dominants			Non Dominants				Dominants			Non Dominants	
Ratio Juillet 2018/Masse	Ratio Mai 2019/Masse		Ratio Juillet 2018/Masse	Ratio Mai 2019/Masse			Ratio Juillet 2018/Masse	Ratio Mai 2019/Masse		Ratio Juillet 2018/Masse	Ratio Mai 2019/Masse
0,225	0,263		0,219	0,249			0,175	0,202		0,187	0,193
0,322	0,377		0,351	0,411			0,169	0,205		0,228	0,198
0,313	0,294		0,289	0,269			0,188	0,210		0,204	0,223
0,233	0,294		0,298	0,288			0,254	0,269		0,227	0,239
0,302	0,355		0,296	0,313			0,204	0,206		0,220	0,225
0,284	0,343		0,284	0,307			0,212	0,281		0,172	0,285
0,324	0,374		0,335	0,339			0,278	0,301		0,322	0,316
0,354	0,421		0,407	0,427			0,250	0,247		0,235	0,244
0,341	0,369		0,317	0,356			0,238	0,245		0,183	0,250
0,262	0,333		0,217	0,250			0,198	0,237		0,196	0,209
0,328	0,369		0,291	0,319			0,236	0,275		0,238	0,269
0,258	0,317		0,278	0,282			0,186	0,204		0,183	0,192
0,311	0,383		0,320	0,346			0,212	0,223		0,209	0,259
0,271	0,310		0,271	0,271			0,210	0,234		0,222	0,239
0,295	0,343	**MOYENNE**	0,298	0,316			0,215	0,239	**MOYENNE**	0,216	0,239
0,040	0,043	**ECART-TYPE**	0,049	0,055			0,032	0,033	**ECART-TYPE**	0,037	0,036
0,306	**0,349**	**MEDIANE**	**0,294**	**0,310**			**0,211**	**0,241**	**MEDIANE**	**0,221**	**0,241**
0,264	0,312	**Q1**	0,280	0,273			0,189	0,210	**Q1**	0,189	0,213
0,323	0,373	**Q3**	0,319	0,344			0,237	0,264	**Q3**	0,233	0,267
0,225	0,263	**MIN**	0,217	0,249			0,138	0,202	**MIN**	0,172	0,192
0,354	0,421	**MAX**	0,407	0,427			0,278	0,301	**MAX**	0,323	0,316
Comparaison des Médianes selon le Test Wilcoxon pour échantillons appariés											
p=0,001			p=0,00854				p= 0.001			p= 0,0785	

VII) SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque. »

Résumé

Introduction :
Les lésions du Ligament Croisé Antérieur (LCA) du genou sont l'une des blessures les plus fréquentes du footballeur, avec une incidence plus importante chez les femmes.
En 2017-2018, 2 joueuses de l'équipe féminine du FC Girondins de Bordeaux (sur vingt-six joueuses) ont souffert de ce type de blessures.
La prévention de ces lésions passe par des protocoles multimodaux dont le protocole FIFA 11+, un programme d'échauffement et d'entrainement réalisé au moins 3 fois par semaine.
Dans une étude de 2015, Khayambashi a retrouvé une association entre la faiblesse des muscles Rotateurs Externes et des muscles Abducteurs de hanche, et le risque de lésion du LCA sans-contact.

Objectif :
Notre objectif était de mesurer l'évolution de la force des muscles Rotateurs Externes et Abducteurs de hanche suite à la mise en place d'un protocole de préparation multimodal adapté depuis le FIFA 11+ (tendant ainsi à diminuer le risque de lésion du LCA sans-contact).

Méthode :
Nous avons effectué un suivi observationnel prospectif de l'équipe féminine professionnelle du FC Girondins de Bordeaux entre Juillet 2018 et Mai 2019. Des mesures de force des muscles rotateurs externes et abducteurs de hanche ont été réalisée en début et fin de saison, suite à l'introduction d'un protocole de préparation multimodal adapté depuis le FIFA 11+.

Résultats :
Nous avons comparé les valeurs de 14 joueuses sur les 21 de l'effectif (2 exclues et 5 perdues de vue). Aucune joueuse n'a souffert d'une lésion du LCA cette saison.
Nous avons retrouvé une augmentation significative de la force des muscles abducteurs de hanche de 17,12% du côté dominant et de 6,90% du côté non dominant, ainsi qu'une augmentation significative de la force des rotateurs externes de hanche de 16% du côté dominant (avec une tendance à l'augmentation de 8,68% du côté non dominant).
Les médianes des ratios Force / Masse corporelle ont également évolué favorablement.

Conclusion :
Il semble exister une augmentation de la force des muscles rotateurs externes et abducteurs de hanche suite à l'introduction d'un protocole de préparation multimodal adapté depuis le FIFA 11+.