



HAL
open science

Stratégies de prévention de rupture du ligament croisé antérieur chez la jeune footballeuse féminine : une revue systématique

Marine Rouard

► To cite this version:

Marine Rouard. Stratégies de prévention de rupture du ligament croisé antérieur chez la jeune footballeuse féminine : une revue systématique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04780100

HAL Id: dumas-04780100

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04780100v1>

Submitted on 13 Nov 2024

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.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**STRATEGIES DE PREVENTION DE
RUPTURE DU LIGAMENT CROISE
ANTERIEUR CHEZ LA JEUNE
FOOTBALLEUSE FEMININE – UNE
REVUE SYSTEMATIQUE**

ROUARD Marine

Directeur de mémoire : Mr RUBATTAZ Baptiste

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie l'IFMK de nous imposer ce format de mémoire de fin d'étude : outre le fait d'avoir développé mes connaissances sur le sujet, il m'a permis de structurer mes pensées et d'apprendre la mise en place méthodologique d'une revue systématique ; il m'a également confronté à de nombreux biais importants à prendre en compte lors de mon analyse.

J'en viens évidemment à remercier le staff de l'OM, de m'avoir accueillie en stage et stage supplémentaire lors de mes deux dernières années d'études et d'avoir pu développer mes connaissances dans le domaine passionnant du football féminin ; tout particulièrement à Daniel Babikian, kinésithérapeute du campus, ainsi qu'à Alexandre Zerdab, médecin du campus, qui me soutiennent à travers mes différents projets professionnels.

Un grand merci également aux U19 féminines de l'OM Campus que j'ai eu la chance de suivre pendant ces deux années. Sans elles, mon sujet aurait certainement été tout autre, elles ont été ma source d'inspiration initiale. La mise en lumière du football féminin et de ses athlètes, ainsi que l'intérêt pour ce sujet et l'évolution qu'il a apporté dans ma pratique clinique, ont été les principaux moteurs de mon travail.

Je remercie également mes parents, pour leurs relectures et leur soutien sans faille depuis toujours ; ma petite sœur qui est aussi ma meilleure amie et à qui je dois énormément, ils font de moi qui je suis aujourd'hui. Merci à mon compagnon pour son soutien tout au long de l'année, dans ce mémoire et dans la vie, merci de me porter bonheur.

Enfin, je tiens à remercier Monsieur Baptiste Rubattaz, pour son accompagnement lors des matchs avec les U19, et ses conseils tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Liste des principales abréviations utilisées

LCA : Ligament Croisé Antérieur

AM : Partie Antéro-médiale du LCA

PL : Partie postéro-latérale du LCA

IM : Partie intermédiaire du LCA

ECR : Essai Contrôlé Randomisé

ESVP : l'Échauffement Structuré à Visée Préventive

EBP : Evidence Based Practice

FFF : Fédération Française de Foot

HAS : Haute Autorité de Santé

OMS : Organisme Mondial de la Santé

FDR : Facteur de risque

FIFA : Fédération internationale de football association

PEP : Prevent injury and Enhance Performance Program

CIO : Comité International Olympique

PMID : PubMed Identifier

Liste des figures utilisées

Figure 1 : Évolution du nombre de licences de football féminines à la FFF - Statista (02/11/2023)	2
Figure 2: Anatomie du genou [6] - (30/10/2023)	5
Figure 3 : Schéma de glissement-roulement du fémur sur le tibia lors de la flexion de genou (30/10/2023)	6
Figure 4 : Schéma des ligaments croisés - DUFOUR [5] (tome 1 P.60 à 71) - (20/10/2023) ...	8
Figure 5 : Vue antérieure du genou en flexion - photo de dissection [12]– (20/11/2023)	9
Figure 6 : Illustration du mécanisme lésionnel sans contact : valgus avec rotation externe – cf SFMKS – (20/10/2023)	10
Figure 7 : Illustration des mécanismes lésionnels avec contact – cf Jonathan Isaac (02/11/2023)	10
Figure 8 : Illustration des vecteurs de force des muscles du genou – cf Maniar et al. [17]	11
Figure 9 : Histogramme représentant le taux de rupture du LCA en fonction du cycle menstruel – cf Wojtys 2002 [19]- (02/11/2023)	12
Figure 10 : Récapitulatif des actions de prévention à différents niveaux – cf. Moodwork (02/11/2023)	14
Figure 11 : Équation de recherche utilisée sur la base de données PubMed	19
Figure 12 : Équation de recherche utilisée sur la base de données PEDro	20
Figure 13 : Équation de recherche utilisée sur la base de données Cochrane Library	20
Figure 14 : Diagramme de flux permettant de résumer la recherche d'articles	25
Figure 15 : Schéma méthodologique de l'étude de Walden et al. (traduit et simplifié, inspiré de l'article)[33]	27
Figure 16 : Schéma récapitulatif des abandons internes et externes de l'étude (traduit et simplifié, inspiré de l'article).	30
Figure 17 : Schéma méthodologique de l'étude de Walden et al. (traduit et simplifié, inspirée de l'article) [33]	31
Figure 18 : Graphique de quantification du stress mécanique – Clinique du coureur	55

Liste des tableaux utilisés

Tableau I : Récapitulatif de l'incidence des blessures en fonction de leur localisation chez la joueuse de football pour 1000h de jeu [4] - (30/10/2023).....	3
Tableau II : Récapitulatif de l'incidence des blessures en fonction de leur type chez la joueuse de football pour 1000h de jeu [4] - (30/10/2023).....	3
Tableau III : Description des critères PICO	17
Tableau IV : Grade des recommandations de la HAS.....	18
Tableau V : études exclues lors de la dernière phase de sélection	26
Tableau VI : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude	27
Tableau VII : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude	29
Tableau VIII : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude.....	30
Tableau IX : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude	32
Tableau X : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude.....	33
Tableau XI : récapitulatif des caractéristiques des études incluses.....	35
Tableau XII : Tableau de cotations des études à partir de l'échelle PEDro	36
Tableau XIII : Tableau récapitulatif des risques de biais	38
Tableau XIV : Tableau récapitulatif des données statistiques de blessures du LCA de Walden et al.	39
Tableau XV : Tableau récapitulatif des données statistiques de blessures du genou de Walden et al.	39
Tableau XVI : Tableau récapitulatif des données statistiques de lésions du LCA de Heidt et al.	40
Tableau XVII : Tableau récapitulatif des données statistiques de blessures du genou de Heidt et al.	40
Tableau XIX : Tableau récapitulatif des données statistiques de lésions du LCA de Soderman et al.	40
Tableau XVIII : Tableau récapitulatif des données statistiques de Soderman et al.	40
Tableau XX : Tableau récapitulatif des données statistiques de Gilchrist et al.	41
Tableau XXI : Tableau récapitulatif des données statistiques de Mandelbaum et al.	41
Tableau XXII : Tableau des effectifs théoriques de lésions du LCA de l'étude de Walden et al.	42
Tableau XXIII : Tableau des effectifs théoriques de blessures du genou de l'étude de Walden et al.	42
Tableau XXIV : Tableau des effectifs théoriques de blessures du genou de l'étude de Soderman et al.	43
Tableau XXV : Tableau des effectifs théoriques de lésions du LCA de l'étude de Gilchrist et al.	43
Tableau XXVI : Tableau des effectifs théoriques de lésions du LCA de l'étude de Mandelbaum et al.	44
Tableau XXVII : Tableau récapitulatif des coûts/bénéfices/risques de chaque études.....	60
Tableau XXVIII : Tableau récapitulatif du système GRADE	62

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
1.1. CONTEXTE	1
1.2. LE FOOTBALL FEMININ	2
1.2.1. Historique	2
1.2.2. Différence homme-femme	2
1.2.3. Épidémiologie des blessures dans le football féminin	3
1.3. LE GENOU	4
1.3.1. Anatomie générale	4
1.3.2. Biomécanique du genou	5
1.3.3. Stabilité	6
1.3.4. Anatomie générale du ligament croisé	7
1.3.5. Anatomie et biomécanique du ligament croisé antérieur	9
1.3.6. Mécanismes lésionnels	10
1.3.7. Facteurs de risque	11
1.3.8. Épidémiologie de lésion du ligament croisé antérieur dans le foot	13
1.4. LA PREVENTION	13
1.4.1. Concept général	13
1.4.2. Genèse de la prévention dans le football	14
1.4.3. La prévention primaire dans le football féminin	14
1.5. HYPOTHESES THEORIQUES	15
1.6. INTERET DE LA REVUE	15
2. METHODE	17
2.1. PROBLEMATIQUE	17
2.2. CRITERES D'ELIGIBILITES	17
2.2.1. Description des critères de l'étude	17
2.2.2. Classification du niveau de preuve de la revue littérature	18
2.3. SOURCES	19
2.3.1. Bases de données et Équation de recherche	19
2.3.2. Recherches complémentaires utilisées	20
2.4. METHODE D'EXTRACTION ET ANALYSE DES DONNEES	21
2.4.1. Sélection des articles	21
2.4.2. Extraction de données	21
2.5. ÉVALUATION DU RISQUE DE BIAIS	22
2.6. SYNTHÈSE DES RESULTATS	23
3. RESULTATS	24
3.1. DESCRIPTION DES ETUDES	24
3.1.1. Démarche de sélection des articles	24
3.1.2. Exclusion des études	26
3.1.3. Études incluses	26
3.2. RISQUE DE BIAIS DES ETUDES INCLUSES	36
3.2.1. Utilisation de l'échelle PEDro	36
3.2.2. Synthèse des différents biais identifiés	37
3.3. EFFETS DES INTERVENTIONS SUR NOS CRITERES DE JUGEMENTS	38
3.3.1. Efficacité des programmes de prévention sur le risque de lésion du LCA	39
3.3.2. Calculs statistiques de chaque étude	41
3.3.4. Conclusions sur les résultats des études	45
4. DISCUSSION	46
4.1. ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS	46
4.1.1. Étude de Walden et al.	46
4.1.2. Étude de Heidt et al.	49
4.1.3. Étude de Soderman et al.	51
4.1.4. Étude de Gilchrist et al.	53
4.1.5. Étude de Mandelbaum et al.	57
4.1.4. Bilan des cinq études	58
4.2. APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE	60
4.3. QUALITE DES PREUVES	61
4.4. BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE	63
4.5. HYPOTHESES D'AMELIORATION DE LA REVUE	63

5. CONCLUSION	65
5.1. IMPLICATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE.....	65
5.2. IMPLICATION POUR LA RECHERCHE	65
BIBLIOGRAPHIE	67
ANNEXES	70

1. Introduction

1.1. Contexte

Lors de ma troisième année en école de kinésithérapie, j'ai eu la chance de pouvoir faire un de mes stages à l'OM Campus. Lors de ce stage, j'ai pu appréhender la prise en charge du jeune footballeur (jusqu'aux U15, donc joueurs âgés de 14 ans et moins) et de la jeune footballeuse (jusqu'aux U19, donc joueuses âgées de 18 ans et moins).

Je me suis découvert une passion pour la prise en charge du sportif ; l'association de la kinésithérapie du sport et de la pédiatrie m'ont fait adorer mon stage.

À la suite de ce dernier, j'ai demandé à effectuer un stage supplémentaire tous les lundis au campus, afin de continuer à prendre en charge les joueurs et d'améliorer ma pratique.

J'ai eu la chance de participer aux matchs à domicile les week-ends, sous la tutelle de Monsieur Baptiste Rubattaz (kinésithérapeute encadrant les U19 féminines).

Cette année, je continue d'exercer au sein de l'OM campus en tant que stagiaire (en stage supplémentaire tous les mercredis) auprès des U19 féminines ; je les accompagne sous la tutelle d'un kinésithérapeute référent, dans leurs blessures, rééducation, réathlétisation, préparation à l'entraînement etc. Également, j'assure une présence lors des matchs avec Mr Baptiste Rubattaz.

Le fait d'avoir une présence assez constante et linéaire permet de tisser une relation de confiance, très importante lors des soins. De plus, ma présence en tant que femme au sein d'un « staff médical » exclusivement composé d'hommes, apporte de la confiance aux joueuses qui se confient plus facilement sur des problématiques personnelles voire intimes.

Ce rythme de stage me permet d'acquérir de l'expérience tout au long de l'année, et d'avoir un suivi longitudinal sur toutes les joueuses de l'équipe.

J'aime tout particulièrement la prise en charge des féminines car elles ont une sensibilité différente des garçons qui fait que les soins sont très divergents. Le facteur hormonal notamment en période de menstruations est également intéressant à prendre en compte dans la prise en charge. Aussi, elles ont une maturité qui facilite l'abord des soins.

Ce stage, qui m'a marquée aussi bien dans ma vie professionnelle que dans ma vie personnelle, a révélé mon attrait pour la prise en charge des footballeuses : il était donc évident que mon sujet de mémoire leur serait consacré.

J'ai donc entamé des recherches bibliographiques, questionné les membres du staff sur les problématiques qu'ils rencontrent avec les joueuses.

Mes recherches ont montré que les blessures les plus présentes chez les filles étaient : rupture du ligament croisé en première position, suivi des entorses tibio-tarsiennes et des traumatismes crâniens¹. Des discussions avec le staff a émané la volonté de mettre en place des protocoles et des exercices de prévention pour réduire l'incidence des blessures.

J'ai donc choisi un sujet qui mêlait les deux problématiques. J'avais pour ambition que mes recherches puissent avoir un impact direct sur les filles de l'OM et que mon travail ait une utilité dans ma pratique.

Le football féminin est un domaine trop peu exploité, les filles dans ce sport passent largement au second plan derrière les garçons. Leur discipline mérite d'être mise en avant.

¹ [IRBMS : Football féminin, les blessures fréquentes](#) (29/04/2024)

1.2. Le football féminin

1.2.1. Historique

La première rencontre de football féminin a lieu à Paris en 1917. Celle-ci se veut non officielle et oppose deux équipes d'un même club nommé le Femina Sport.

La pratique est reconnue officiellement en 1970 au stade de Reims. Un an plus tard, la France disputera son premier match, comptant 2000 licenciées à son actif.

De nos jours, le football s'est largement démocratisé dans la population féminine comptant toujours plus de licenciées chaque année. 220 352 femmes et filles sont licenciées en France en 2023. On compte 2232 éducatrices de foot et 1200 arbitres femmes.²

Le football féminin constitue un axe prioritaire de développement au sein de la Fédération Française de Foot (FFF) qui souhaite permettre aux femmes d'accéder au football.



Figure 1: Évolution du nombre de licences de football féminines à la FFF - Statista (02/11/2023)

1.2.2. Différence homme-femme

Plusieurs études ont été menées concernant la disparité de l'incidence des blessures entre les sexes. Il est intéressant de constater qu'aucune théorie n'est prouvée chez les athlètes prépubères, mais qu'elles sont toutes démontrées après la puberté : le moment pivot de divergence est donc la puberté.

Les théories expliquant ces disparités sont les facteurs hormonaux (avec une charge hormonale plus importante chez la femme que chez l'homme), les différences anatomiques (notamment un valgus de genou et le valgus dynamique plus important chez la femme), des stratégies neuromusculaires altérées lors de l'exécution des mouvements sportifs chez les athlètes féminines, des modifications mécaniques (apparaissant lors de la puberté). [1]

La pratique du football est également différente lorsqu'il s'agit d'un homme ou d'une femme. D'après l'article [2] on constate que :

- Le nombre moyen d'événements et de tirs durant un match sont identiques ;
- Les femmes sont plus loyales lors du jeu ;
- Les hommes effectuent plus de passes et font plus de tirs longs (qui sont plus précis) que les femmes ;

² [FFF](#) (10/10/2023)

- La pratique du football est à intensité comparable entre homme et femme ;
- La qualité des performances est supérieure chez les hommes ;
- Les femmes ont un temps de récupération du ballon plus court que les hommes (avec un indicateur de comportement de passe d'une équipe qui vaut 1,21 pour les femmes contre 1,32 pour les hommes).

Ces différences peuvent constituer un argument en faveur du risque majoré de lésion du ligament croisé antérieur chez la femme : une moins bonne technique de jeu pourrait amener à plus de blessures.

Pour autant, l'article [3] indique qu'il n'y aurait pas de différence entre homme et femme concernant le positionnement du genou au moment de la blessure, que ce soit en termes de flexion, de valgus ou de rotation interne de tibia. L'article suggère que les deux sexes se blessent au cours de mécanismes similaires.

1.2.3. Épidémiologie des blessures dans le football féminin

Le football féminin est un sport de contact qui occasionne un grand risque de blessures. On retrouve dans l'étude [4] sur l'épidémiologie des blessures chez les jeunes joueuses de football, que les membres inférieurs sont plus touchés que le tronc, lui-même plus atteint que les membres supérieurs. Les parties des membres inférieurs les plus blessées sont les chevilles, suivies de près par les genoux. L'incidence des blessures du genou en fonction de la localisation est décrite dans le tableau ci-contre (en blessure par 1000h de jeu) :

Localisations des blessures :	Incidences (en blessure/1000h de jeu) :
Membre inférieur :	6,54
○ Cheville	1,52
○ Genou	1,49
○ Cuisse	1,06
Tronc	0,68
Membre supérieur	0,26
Tête et cou	0,13

Tableau I : Récapitulatif de l'incidence des blessures en fonction de leur localisation chez la joueuse de football pour 1000h de jeu [4] - (30/10/2023)

Le type de blessure est majoritairement articulaire et ligamentaire chez la footballeuse, puis musculaire et tendineux et enfin les fractures et le stress mécanique osseux. La laxité ligamentaire et l'extensibilité musculaire compte tenu de la charge hormonale expliquerait que les filles soient préférentiellement touchées au niveau articulo-ligamentaire, tandis que les garçons, présentant des muscles moins extensibles, seraient plus sujets aux lésions musculaires.

Les valeurs numériques de l'incidence des blessures en fonction du type de blessure sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Type de blessures :	Incidences (en blessure/1000h de jeu)
Articulaire et ligamentaire	2,36
Musculaire et tendineux	2,01
Fracture et stress mécanique osseux	0,27

Tableau II : Récapitulatif de l'incidence des blessures en fonction de leur type chez la joueuse de football pour 1000h de jeu [4] - (30/10/2023)

Aussi, l'incidence des blessures est largement supérieure lors des compétitions que lors des sessions d'entraînement, avec 15 blessures/1000h de jeu lors de match, contre 2,6 blessures/1000h de jeu lors des entraînements.

Enfin, la sévérité des blessures (calculée en fonction du nombre de jours d'arrêt occasionnés par cette dernière) est majoritairement bénigne (occasionnant un arrêt de 1 à 3 jours) au nombre de 3,6 blessures/1000h de jeu, mais la part de blessures graves (arrêt supérieur à 28 jours) reste malgré tout non négligeable avec 1,3 blessures/1000h de jeu.

En bref, on constate que les filles se blessent majoritairement au niveau des membres inférieurs (cheville et genou), plus précisément au niveau du complexe articulaire ou ligamentaire. Ces blessures sont quasiment multipliées par 6 lors des matchs, et la part de blessures sévères n'est pas négligeable.

1.3. Le genou

1.3.1. Anatomie générale

Le genou est une articulation synoviale bicondyloïde. Il met en jeu trois os que sont le fémur, le tibia et la patella.

Il correspond à la jonction entre l'extrémité inférieure du fémur (composée du condyle médial et latéral), et l'extrémité supérieure du tibia (composée du plateau tibial et de ses deux glènes accueillant les condyles) : on appelle celle-ci l'articulation fémoro-tibiale. Également, l'articulation entre le fémur et la patella fait elle aussi partie intégrante du genou : nommée l'articulation fémoro-patellaire, elle est une articulation synoviale biaxiale en selle.

C'est une articulation intermédiaire entre la hanche et la cheville qui convient à régler la longueur du membre inférieur. Elle possède plus ou moins deux degrés de liberté permettant : les mouvements de flexion/extension, ainsi que ceux de rotation lors de la flexion de genou à 90°.

Aussi, le genou possède des micromouvements de glissement, roulement et rotation, automatiques lors de la marche afin d'en assurer sa fluidité. [5]

La patella appartient au complexe du genou et fait partie de l'articulation fémoro-patellaire. Elle joue un rôle de bouclier en avant de l'articulation fémoro-tibiale, afin de protéger cette dernière ; c'est le plus gros os sésamoïde du corps humain, c'est un os pair et asymétrique. Elle présente la particularité de s'engouffrer dans l'articulation fémoro tibiale au niveau de la trochlée quand le genou est en flexion, afin de protéger l'articulation. Elle est donc moins visible en flexion qu'en extension.

De plus, elle admet un rôle biomécanique : elle modifie l'axe de travail et donc l'efficacité du quadriceps lors de sa contraction : le quadriceps a un axe de travail parallèle à celui du fémur (en bas et en dedans), tandis que le tendon rotulien a un axe en bas et en dehors (grâce à la patella).²

Les muscles du genou ainsi que leur physiologie sont les suivants :

- Le **quadriceps** a une action de flexion de hanche et d'extension de genou ; ses vastes lui permettent une action de rotation accessoire (médiale pour le vaste médial et latéral pour le vaste latéral)
- Le **sartorius** est fléchisseur, abducteur et rotateur latéral de hanche, et fléchisseur rotateur médial de genou. Il a une action statique de maintien des groupes musculaires de la cuisse du fait de son anatomie transversale à la cuisse ;
- Le **tenseur du fascia lata** permet la flexion, rotation médiale et abduction de hanche ; flexion et rotation latérale de genou
- Le **troisième faisceau du grand adducteur** assure surtout un rôle statique de stabilisation du bassin dans le plan frontal ;
- Le **gracile** est adducteur de hanche, et fléchisseur et rotateur médial de genou ;

- Les **ischio-jambiers**, (composés du **biceps fémoral**, du **semi-tendineux** et du **semi-membraneux**), antagonistes du quadriceps jouent un rôle d'extension de hanche et de flexion de genou. Ils permettent également la rotation de genou (latérale pour le biceps et médiale pour les semi tendineux et membraneux) ;
- Le **poplité** est en partie responsable de la flexion de genou et de sa rotation médiale ; il est important dans la stabilité du genou ;
- Le **muscle plantaire**, inconstant. [5]

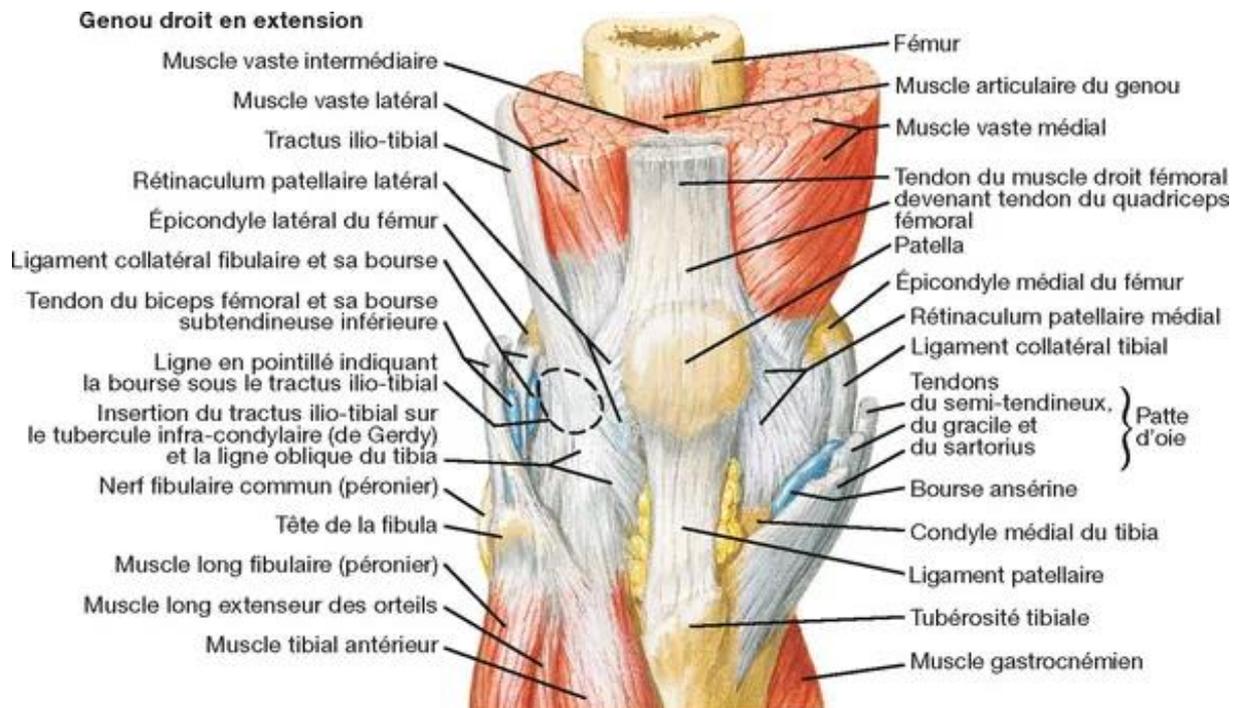


Figure 2: Anatomie du genou [6] - (30/10/2023)

1.3.2. Biomécanique du genou

Physiologiquement, le fémur est orienté en bas et en dedans, tandis que le tibia est orienté strictement en bas (verticalement) ce qui confère au genou un angle en valgus physiologique (angle fermé en dehors de l'articulation). [5]

Cet angle, aussi nommé « angle Q », varie entre 14 et 17° (angle formé entre la verticale correspondant à l'axe du tibia, et l'axe du fémur).³

Cette angulation est majorée chez la femme du fait d'un bassin généralement plus large que chez l'homme. Les contraintes, déjà plus importantes sur le compartiment externe du genou, le sont donc d'autant plus chez la femme.

Il existe des anomalies de cet axe, pouvant amener les membres inférieurs soit en genu valgum pathologique, c'est-à-dire avec une angulation supranormale, soit en genu varum (avec un angle ouvert vers l'extérieur). [6]

Un trouble de cet axe peut causer une majoration de contraintes ou un déséquilibre. Lors d'un trouble d'axe du genou en genu valgum, la résultante de la somme des forces appliquées sur le genou est majorée au niveau du compartiment externe du genou c'est-à-dire au niveau de la glène tibiale

³ [Clinique Gamelin – Déviations physiologiques du genou](#) (20/10/2023)

latérale. En revanche, en genu varum par exemple, la résultante de la somme des forces est localisée au niveau du compartiment interne du genou (ou glène tibiale médiale). [7]

En dynamique, lors de la flexion et de l'extension, le genou imprime des micromouvements permettant la fluidité des macro-mouvements : les roulements des condyles fémoraux, et le glissement (comparable à un mouvement de patinage).

Le mouvement de roulement du condyle a lieu pendant les 15 premiers degrés de flexion, pour ensuite être associé à un glissement jusqu'à environ 120°, et un glissement pur pour les derniers degrés de flexion. Le mécanisme parfaitement inverse se produit lors de l'extension. Ainsi, ce roulement-glissement est dirigé vers l'arrière lors de la flexion, puis vers l'avant pour l'extension.

Ils permettent la bonne position des condyles fémoraux tout au long du mouvement pour limiter le risque de luxation ou de contact de deux surfaces osseuses.⁴

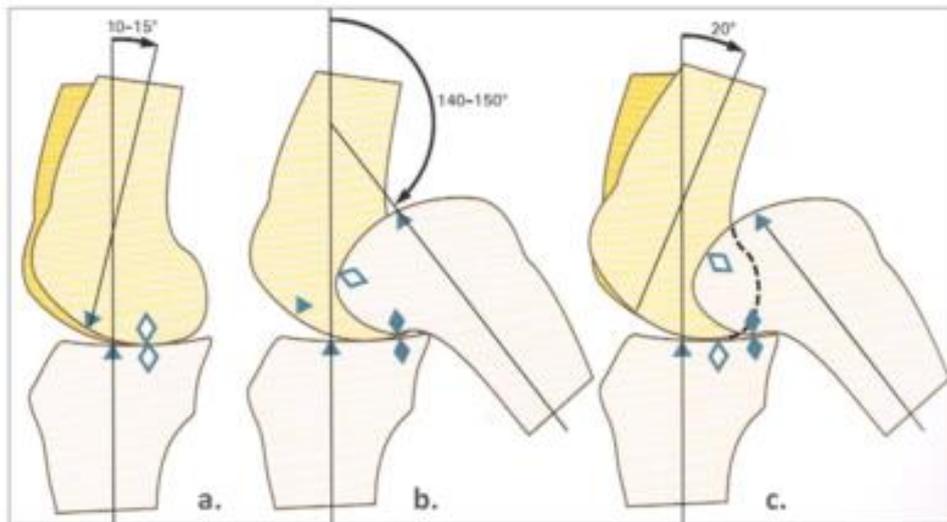


Figure 3 : Schéma de glissement-roulement du fémur sur le tibia lors de la flexion de genou⁵ (30/10/2023)

Également, l'articulation fémoro-tibiale possède un mécanisme de rotation automatique (interne en flexion et externe en extension) permettant d'assurer la fluidité de la marche. Celle-ci sont permises grâce à l'anatomie du genou : le rayon de courbure et diamètre du condyle externe sont plus petits que ceux du condyle interne ; l'axe de bicondylien est oblique en bas et en dehors ; la glène tibiale médiale a une forme de cupule et l'externe est concave de dehors en dedans et convexe d'avant en arrière permettant le pivot des condyles en rotation externe.⁶

1.3.3. Stabilité

De nombreux éléments encourent à sa stabilité tels que :

Des éléments passifs : [8]

- Deux **ménisques** (latéral et médial) : structure fibrocartilagineuse élastique permettant l'amortissement des pressions. La forme particulière de « C » pour le ménisque interne et de « O » pour le ménisque externe permet de limiter les mouvements de rotation du genou.⁷ Ils sont fixés sur le plateau tibial et au niveau de la capsule. Ils permettent l'augmentation de la

⁴ [Club Ortho – pdf Biomécanique du genou](#) (31/10/2023)

⁵ [Quizlet – Flash Card Genou](#) (30/10/2023)

⁶ [Club Ortho – pdf Biomécanique du genou](#) (31/10/2023)

⁷ [Ameli – Ménisques du genou : rôles et lésions](#) (30/10/2023)

concavité de la glène afin d'apprécier une meilleure répartition des contraintes et une meilleure stabilité articulaire.²

- Une **capsule articulaire** ou membrane synoviale : remplie de liquide synovial qui assure le rôle lubrifiant de l'articulation ;
- La **joue latérale de la patella**, plus grande que sa joue médiale qui confère une stabilité à l'articulation fémoro patellaire, évitant à cette dernière de se subluser latéralement.
- Des **ligaments périphériques** : les ligaments latéraux (un interne « **LLI** » aussi appelé ligament collatéral tibial, et un externe « **LLE** » nommé le ligament collatéral fibulaire), les rétinaculum fémoro patellaires, le ligament patellaire, et le ligament poplité ;
- Des ligaments centraux comme le **ligament croisé** comparé à un pivot central (composé de deux faisceaux, antérieur et postérieur) ;

Les ligaments sont conçus d'une telle longueur, qu'ils sont tendus lors de l'extension (assurant un maximum de stabilité au genou, et permettant le verrouillage de l'articulation) et détendus lors de la flexion.

Des éléments actifs : un complexe musculaire puissant composé de : [8]

- Du **quadriceps** (droit fémoral, vaste médial, vaste latéral, vaste intermédiaire, s'unissant en un tendon conjoint, le tendon du quadriceps), ainsi que du sartorius, du tenseur du fascia lata dans la loge antérieure superficielle ;
- Des **adducteurs** dans la loge médiale : troisième faisceau du grand adducteur ainsi que le gracile ;
- Des **ischio-jambiers** (semi-membraneux, semi-tendineux, biceps fémoral chef court et long) et des gastrocnémiens (médial et latéral) dans la loge postérieure superficielle ;
- Du **poplité** et du **plantaire** dans la loge postérieure profonde.

Le quadriceps participe au contrôle de la flexion et de la rotation externe du genou, tandis que le biceps fémoral joue un rôle de maintien du varus et de la rotation interne.

La patte d'oie est l'union de 3 tendons du genou que sont le sartorius, le gracile et le semi-tendineux qui se terminent tous trois à la partie supérieure de la face antéro-médiale du tibia. Ces 3 muscles proviennent des 3 différentes loges de la cuisse (antérieure, médiale et postérieure), formant un trépied anatomique (unité scientifique conférant une stabilité maximale) ce qui confère un maximum de stabilité et de maintien à la face médiale du genou. Son travail en contraction excentrique contrôle le valgus de genou ainsi que la rotation externe en permanence lors de la station debout. [9]

1.3.4. Anatomie générale du ligament croisé

Le ligament croisé est le pivot de l'articulation du genou. Il est composé de deux faisceaux (antérieur et postérieur) :

- Le faisceau antérieur prend insertion au niveau de la face médiale du condyle latéral du fémur, formant l'empreinte d'un croissant. Il a un trajet en bas en avant et en dedans, pour se terminer sur le plateau tibial, en avant des cornes postérieures des ménisques. Il limite l'avancée et la rotation interne du tibia sous le fémur.
- Le faisceau postérieur s'insère sur la face latérale du condyle médial, pour finir à cheval sur la face supérieure et postérieure de l'extrémité supérieure du tibia, après avoir emprunté un trajet en bas en arrière et en dehors. Il limite le tiroir postérieur et la rotation externe du tibia sous le fémur.

Leur disposition fasciculaire et croisée permettent un état de tension permanent peu importe le degré de flexion/extension ou rotation du genou. Il assure une stabilité maximale.

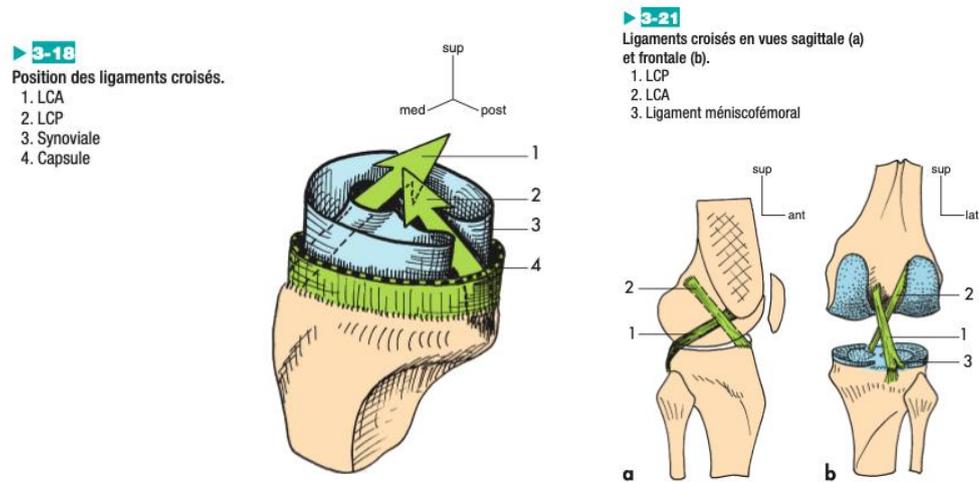


Figure 4 : Schéma des ligaments croisés - DUFOUR [5] (tome 1 P.60 à 71) - (20/10/2023)

Les deux faisceaux de ce ligament sont intra-capsulaires mais extrasynoviaux grâce à une structure hermétique nommée « tente des croisés », épaissement de la membrane synoviale qui forme un repli engainant les deux faisceaux du ligament croisé. [5]

Le LCP a une action couplée à celle du LLE, en freinant l'avancée du condyle externe lors de l'extension.⁸

Plus qu'un simple moyen passif de limiter les mouvements, le ligament croisé constitue un organe de la proprioception à part entière.

En effet, la proprioception correspond à la capacité à reconnaître notre corps dans l'espace, ou une partie de notre corps par rapport à une seconde partie. Elle regroupe la Statesthésie (sensibilité statique) et la kinesthésie (sensibilité au mouvement). Elle est traitée par deux systèmes : un système inconscient véhiculé par le système médullaire reflexe (qui intervient dans la stabilité posturale et les ajustements posturaux) ; et un système conscient traité par le cortex cérébral après afférences d'informations proprioceptives venues de la périphérie.

Les capteurs permettant l'enregistrement de ces informations sont présents dans le système musculo-ligamentaire (ligament, tendon, capsule, corps musculaire) et dans la peau : on les appelle propriocepteurs. [10]

Les ligaments font donc partie des sites préférentiels de la proprioception et contiennent les propriocepteurs suivants : organe tendineux de Golgi, corpuscule de Ruffini, de Pacini et les terminaisons nerveuses libres. Ils permettent le signalement de la vitesse et de la direction du mouvement par fréquence de décharge plus ou moins importante.

La lésion d'un ligament conduit inévitablement à l'atteinte proprioceptive de la zone concernée. Le ligament croisé étant un ligament imposant par sa taille et par sa fonction, sa lésion voire sa rupture causerait un déséquilibre conséquent de l'articulation fémoro-tibiale, occasionnant une instabilité à la fois mécanique (manque de maintien) et proprioceptive (manque d'informations).

A l'inverse, travailler en faveur d'un apport proprioceptif de ce ligament permettrait de maximiser la quantité et la qualité des afférences afin de réduire le risque de lésion. [10]

⁸ [Club Ortho – pdf Biomécanique du genou](#) (31/10/2023)

1.3.5. Anatomie et biomécanique du ligament croisé antérieur

Le ligament croisé antérieur a une apparence de ruban plat constitué de plusieurs faisceaux de collagènes (il est multifasciculaire). En moyenne, il est large de 16mm et épais de 3,54mm (à une distance de 2mm de son insertion). Les auteurs récents préfèrent décrire ces faisceaux sous forme fonctionnelle et non anatomique : en effet, les fibres ne sont pas toutes orientées de la même façon, ce qui fait qu'une partie différente du ligament est tendue à différents points de l'amplitude de mouvement du genou. Le LCA présente une torsion en position de flexion de genou, qui se déroule à mesure que le genou tend vers l'extension.

La réalité anatomique de ce ligament est très importante notamment dans le cadre de chirurgie de reconstruction car les chirurgiens doivent le reproduire au mieux pour assurer sa bonne cinétique. [11]

Sa représentation est largement discutée, mais les auteurs le décrivent souvent en 3 parties : une partie antéromédiale (AM), une postérolatérale (PL) et l'intermédiaire (IM).

L'article [12] étudie le mouvement des genoux de cadavres afin de connaître l'état de tension des faisceaux de ce ligament lors de différents mouvements. Ils ont conclu :

- Lorsque le genou est en flexion, le faisceau AM s'allonge, l'IM reste inchangé, et le PL se raccourcit ;
- En valgus de genou, les parties AM et PL se sont plus allongées que la partie IM ; Cet allongement augmente de façon concomitante à la flexion de genou ;
- Lors de l'application d'une charge antérieure, l'allongement est croissant respectivement entre les parties AM, PL, IM ; et celui-ci augmente avec la flexion de genou.

Il a été constaté dans l'article [13] que le faisceau PL supporte plus de charge que le faisceau AM lors de l'extension, et que le faisceau AM prend le relai lorsque la flexion de genou est supérieure à 30°. De plus, lorsque le genou est soumis à des charges rotatoires combinées à un valgus de genou, alors les parties PL et AM supportent la charge de façon uniforme à 15° de flexion. Cette conclusion met en évidence le rôle fondamental du ligament croisé antérieur lors de la rotation de genou.

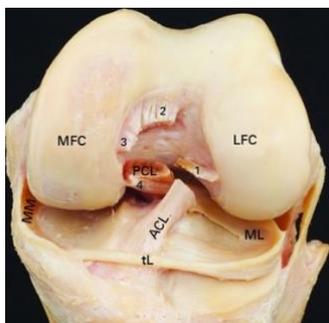


Figure 5 : Vue antérieure du genou en flexion - photo de dissection [12]– (20/11/2023)

Le rôle de ce ligament est clairement établi : limiter la traction tibiale antérieure (ou tiroir antérieur) et limiter la rotation interne, dont le but ultime est la stabilité. Il peut également et secondairement servir de contrainte secondaire à la rotation externe et à l'angulation varus-valgus.

La vascularisation de ce ligament est assurée par les branches de l'artère géniculaire moyenne, formant le plexus intra-ligamenteux et permettant un apport en nutriment.

Les branches des artères géniculaires inférieure et moyenne se combinent en regard de la gaine synoviale qui recouvre le ligament, pour former un plexus péri-ligamenteux.

Ces deux plexus s'anastomosent grâce à la pénétration du plexus péri-ligamenteux horizontalement, rejoignant le plexus intra-ligamenteux (lui étant horizontal).

L'innervation de ce faisceau ligamentaire est assurée par les branches articulaires postérieures du nerf tibial. La sensibilité de ce ligament est assurée par des mécanorécepteurs, principalement les récepteurs de Ruffini (sensibles à l'étirement) qui permettent d'assurer la proprioception du genou.

Chaque corps est différent et les éléments qui composent nos corps peuvent l'être tout autant ; le LCA présente des variantes physiologiques qui pourraient expliquer une susceptibilité à la lésion de ce dernier. En effet, une étude a montré que la charge maximale à la rupture, la rigidité et le module d'élasticité sont inférieurs dans les LCA féminins, comparés aux sujets masculins. [14]

De façon générale, à des âges identiques les femmes ont 2 à 7 fois plus de chance de se rompre le LCA que les hommes.

1.3.6. Mécanismes lésionnels

Les sports les plus à risque de lésion du LCA sont les sports de pivot. On observe deux mécanismes lésionnels possibles :

- **Mécanisme sans contact** : C'est le mécanisme le plus fréquent chez les footballeuses féminines. Cette rupture a lieu majoritairement lors de changements de direction rapides associés à une décélération, genou fléchi avec une composante de valgus en rotation externe dynamique ou à l'inverse un varus en rotation interne dynamique. Si le mouvement lésionnel est effectué en chaîne cinétique fermée, c'est-à-dire avec le pied au sol, le crampon peut fixer le pied au sol entraînant une augmentation des contraintes portées sur le LCA. Moins fréquemment, on retrouve comme circonstances de lésion la réception au sol genou tendu, ou bien le shoot dans le vide. [15]



Figure 6 : Illustration du mécanisme lésionnel sans contact : valgus avec rotation externe – cf SFMKS – (20/10/2023)

- **Mécanisme avec contact** :

Notamment lors des tacles au foot. Plus rare chez les féminines, la rupture avec contact correspond tout de même à 40% des lésions du LCA. Ce mécanisme est prédominant dans le football masculin. [16]

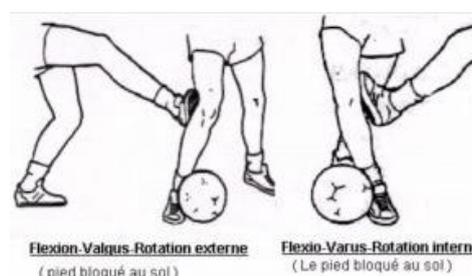


Figure 7 : Illustration des mécanismes lésionnels avec contact – cf Jonathan Isaac⁹ (02/11/2023)

De plus, une récente étude de Maniar et al. en 2022 [17] expose l'importance des muscles Ischio-jambiers dans la protection du LCA. Le moment de force de ce groupe musculaire est le plus faible entre 0 et 20 à 30° de flexion, et c'est explicitement à ce moment-là que la lésion de ce ligament arrive le plus souvent : les ischio-jambiers n'ont pas assez de force à cette angulation pour subvenir à la

⁹ [TrashTalk – Rupture du LCA par Jonathan Isaac](#) (02/11/2023)

décharge et à la protection du LCA. Il est à noter que les preuves avancées dans cet article sont basées sur des analyses cadavériques et très peu in vivo.

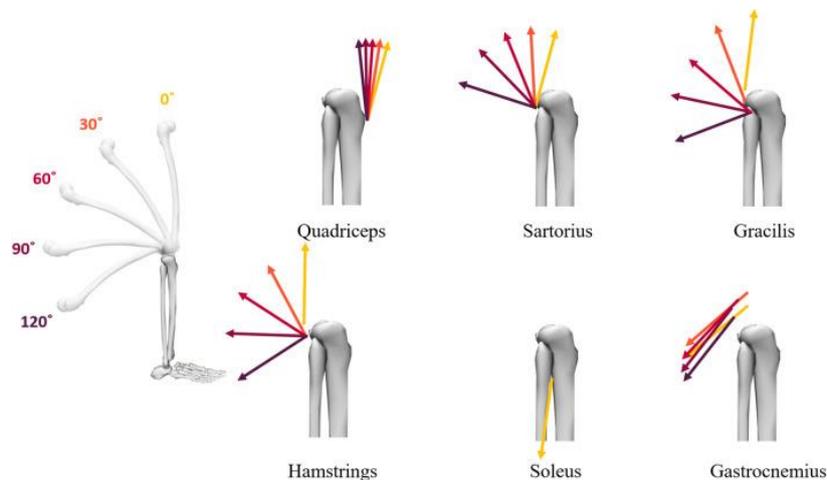


Figure 8 : Illustration des vecteurs de force des muscles du genou – cf Maniar et al. [17]

La force maximale des ischio-jambiers se trouve entre 45 et 90°, c'est là où la protection du croisé antérieur est la plus optimale et par conséquent la lésion est la moins fréquente.

Il énonce également que le valgus de genou, la rotation tibiale interne ainsi que la translation tibiale antérieure interviennent dans la mise en contrainte/charge du LCA et donc contribue aux mécanismes mis en jeu lors des lésions.

1.3.7. Facteurs de risque

Facteurs de risque généraux :

Mis en évidence chez les footballeuses féminines, ils sont de deux types :

- 1- **Facteurs non modifiables** : le sexe féminin, les antécédents de blessures, l'âge, le sport en compétition, les sports collectifs, une laxité constitutionnelle marquée, un recurvatum de genou, un valgus de genou, l'étroitesse de l'échancrure intercondyloire du genou, la pente postérieure du plateau tibial latéral exagérée, une antétorsion fémorale augmentée (qui entraîne une inefficacité du moyen fessier), la pronation du médio-pied, un excès de valgus de l'arrière-pied (ces deux derniers favoriseraient le valgus de genou) ; ils sont tous intrinsèques.
- 2- **Facteurs modifiables** :
 - Facteurs extrinsèques : terrain sec, crampon inadapté au terrain (pratique en salle ou sur sol inadapté, du au coefficient de friction), l'accroche du crampon sur le terrain ;
 - Facteurs intrinsèques : l'IMC, la diminution relative de force ou de recrutement des ischio-jambiers et la fatigue musculaire (altérant le contrôle neuromusculaire), la qualité du contrôle postural ou proprioceptif.

Cependant, l'exposition à un facteur de risque intrinsèque ne suffit pas à prédire l'apparition d'une lésion du ligament croisé antérieur. C'est l'exposition de l'athlète à un facteur extrinsèque qui se cumule à l'existence de facteurs intrinsèques et qui est nécessaire à l'apparition d'un traumatisme. [15] [18]

Hormones comme facteur de risque :

Également, l'étude [14] a montré que les femmes ont un risque majoré de rupture du LCA au cours de la première moitié du cycle menstruel, lors de la phase pré-ovulatoire et pendant la phase d'ovulation. Ceci serait expliqué par une laxité accrue des ligaments à cette période.

Lors de cette période, la production d'œstrogènes est majorée. Leur action sur les tissus mous comme le tissu musculaire et d'ores et déjà établie.

L'article [19] étudie la corrélation entre blessure du LCA et phases hormonales chez les athlètes féminines. Il indique que les femmes ne prenant pas de contraceptifs oraux présentent un fort niveau de corrélation entre blessures du LCA et phase du cycle menstruel (ovulatoire ou pré-ovulatoire).

Le nombre de blessure du LCA en phase ovulatoire est 2,5 fois supérieur à la normale.

Chez la femme prenant des contraceptifs oraux, a été observé un taux de blessures plus faibles, suggérant que les hormones synthétiques peuvent affecter la répartition de lésion du LCA. En effet, lors de la période qui aurait dû être ovulatoire (mais qui ne l'est pas grâce à la pilule), le taux de lésion du LCA n'était pas majoré chez ces athlètes. Globalement, elles ont un nombre de blessures inférieur à celles des athlètes féminines ne prenant pas de contraceptif oral.

L'article [20] de 2019 indique qu'il y aurait une réduction de 63% de risque de rupture du LCA, particulièrement sur les populations féminines jeunes (entre 15 et 19 ans) si elles prennent un contraceptif oral.

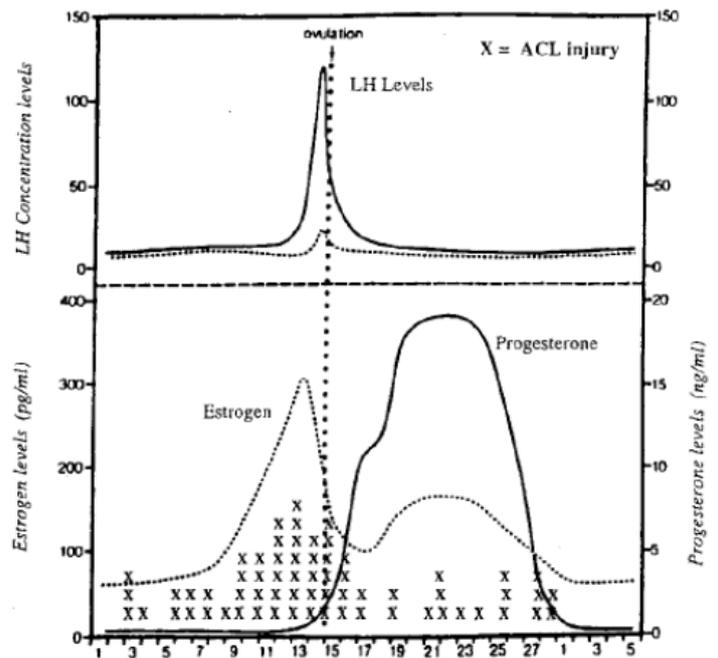


Figure 9 : Histogramme représentant le taux de rupture du LCA en fonction du cycle menstruel – cf Wojtys 2002 [19]- (02/11/2023)

Elles présentent tout de même un nombre de blessures supérieur à celui des hommes (mais sans corrélation avec leur phase menstruelle supposées).

Les phases du cycles menstruels affectent les athlètes féminines à cause de l'imprégnation hormonale des tissus (la laxité ligamentaire augmente), mais également en affectant leur système neuromusculaire et la fonction cérébrale.

En effet, la fonction des muscles squelettiques est détériorée lors de la période ovulatoire, simulant une capacité de contraction et relaxation quadricipitale altérée.

De plus, la vitesse de prise de décision est augmentée en période de hausse hormonale ce qui implique un risque accru d'accidents généraux.

Cet état est expliqué par la charge hormonale endogène accrue (en œstrogène principalement), qui selon les femmes, est associée à une charge hormonale exogène. L'association à des facteurs émotionnels (favorisés par les hormones) rendent le scénario encore plus complexe. Le système nerveux central ainsi que les tissus musculosquelettiques sont engrainés dans un schéma de surstimulation et de biofeedback trop importants entraînant un manque de discernement.

1.3.8. Épidémiologie de lésion du ligament croisé antérieur dans le foot

La rupture du ligament croisé antérieur constitue une des blessures les plus représentées dans tous sports confondus et dans les deux sexes.

Dans le football féminin, elle est en grande majorité par un mécanisme sans contact (60%), tandis que pour les hommes il s'agit du mécanisme avec contact qui prédomine (59%). [16]

D'après l'article [16], il y a eu une augmentation significative du taux annuel moyen de blessure dans le football féminin depuis 9 ans.

Il existe une corrélation accrue entre le risque de rupture du LCA et la pratique du football en compétition : chez les femmes on recense 2,29 ruptures de LCA pour 1000 heures de match. [21]

Des études épidémiologiques ont démontré que l'incidence de blessures du ligament croisé antérieur dans les sports de pivot est 4 à 6 fois plus important chez les athlètes féminines que chez les athlètes masculins. [22]

1.4. La prévention

1.4.1. Concept général

La prévention est selon l'OMS en 1948, « l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps ». ¹⁰

Il en existe trois types :

- La prévention primaire : « ensemble des actes visant à diminuer l'incidence d'une maladie dans une population et à réduire les risques d'apparition » ;
- La prévention secondaire : « qui cherche à diminuer la prévalence d'une maladie dans une population et qui recouvre les actions en tout début d'apparition visant à faire disparaître les facteurs de risques » ;
- La prévention tertiaire : « où il importe de diminuer la prévalence des incapacités chroniques ou récidives dans une population et de réduire les complications, invalidités ou rechutes consécutives à la maladie ».

La prévention incombe à tout professionnel de santé, y compris aux masso-kinésithérapeutes, d'après leur compétence 3 : « Concevoir et conduire une démarche de promotion de la santé, d'éducation thérapeutique, de prévention et de dépistage » ¹¹.

En effet, ces professionnels sont amenés à voir en consultation les patients plusieurs fois par semaine : ils occupent une place privilégiée qui leur confère une proximité avec les patients. La relation de confiance instaurée entre le thérapeute et ce dernier lui permet de se confier librement sur ses craintes, ses attentes etc.

Pour ces raisons, le kinésithérapeute se doit de prendre son rôle de prévention très au sérieux se servir de son éventail de compétences pour mener à bien ce projet.

¹⁰ [HAS – Présentation générale pdf](#) (10/10/2023)

¹¹ [FNEK- Référentiel de compétences](#) (10/10/2023)



Figure 10 : Récapitulatif des actions de prévention à différents niveaux – cf. Moodwork¹² (02/11/2023)

1.4.2. Genèse de la prévention dans le football

En 1983, c'est Ekstrand et al. [23] qui développent pour la première fois la notion de prévention dans le football. Le programme qui est porté à l'étude est intégralement imaginé par leurs soins et comprends un échauffement de 20 minutes (10 minutes d'échauffement général au ballon suivies de 10 minutes d'exercices de « flexibilité » comprenant des étirements en contracté/relâché/étiré des muscles du membre inférieur) suivi d'une phase de récupération de 5 minutes post entraînement (course à faible intensité en « footing », étirements des membres inférieurs et relaxation). L'attention à cette époque commençait tout juste à se tourner vers des actions de préventions.

1.4.3. La prévention primaire dans le football féminin

La prévention primaire correspond, comme mentionné précédemment, à réduire les risques d'apparition de blessures. C'est donc une intervention qui a lieu avant la survenue d'une blessure. Afin de prévenir les risques, il faut tout d'abord définir les facteurs de risque de la blessure que l'on souhaite éviter. Après cela, nous serons plus à même de définir les moyens adéquats à l'éviction d'un tel incident.

Parmi les moyens actuels qui existent dans le football féminin pour éviter les blessures on compte : l'éducation du joueur, la correction ou la modification du ou des gestes techniques à risque, l'entraînement neuromusculaire, ou des programmes spécifiques.¹³

En 2022, la FFF a mis en avant l'intérêt de l'Échauffement Structuré à Visée Préventive (**ESVP**). Bien connu des équipes masculines, la FFF a souhaité présenter à des clubs amateurs régionaux féminins ce programme, porté par la Direction Technique Nationale et la Direction Nationale Médicale.¹⁴ Ce programme a pour objectif de limiter les blessures dans le football de façon non spécifique (le programme ne cible pas un seul type de blessure). La FFF vise tous les clubs de France.

Ces actions montrent que la prévention primaire est en cours de développement en France et démontrent qu'aucunes mesures n'étaient prise en compte jusqu'à maintenant pour réduire l'occurrence des blessures.

Ce programme consiste en plusieurs parties :

- 1- Dérouillage articulaire, gammes athlétiques avec pas variés, exercices de maîtrise de balle ;
- 2- Gainage ;
- 3- Proprioception et renforcement musculaire (ischio-jambiers, quadriceps, adducteurs) ;

¹² [Mood Work - Prévention](#) (02/11/2023)

¹³ [FFF Isère – Rupture du LCA et football féminin pdf](#) (25/10/2023)

¹⁴ [Ligue du Grand Est de Football – Prévention des blessures et ESVP](#) (25/10/2023)

- 4- Exercices de « Passe et Suis » : accélération & changements de trajectoires ;
- 5- Étirements activo-dynamiques.

Également, dans la même gamme de programme de prévention globale des blessures dans le football, il existe le programme FIFA11+. Il a été écrit en 2003 et publiée par la FFF.

C'est un programme d'échauffements complet est divisé en 3 parties (**cf. annexe n°4**) :

- 1- Exercices de course lente : divisé en 6 exercices, d'une durée de 8 minutes ;
- 2- Exercices de Force, Pliométrie, et Équilibre : divisé en 3 niveaux comportant chacun 6 exercices. La partie 2 compte une durée de 10 minutes ;
- 3- Exercices de course rythmée : divisé en 3 exercices, durant 2 minutes au total. [24]

Ce programme a prouvé sa pertinence en matière de prévention globale des blessures au foot. Ils sont destinés aux hommes et aux femmes. Un programme FIFA11+ kids (**cf. annexe n°5**) a également été édité et permet une adaptation aux plus jeunes footballeurs.

1.5. Hypothèses théoriques

L'incidence de blessure du LCA ne cesse d'augmenter et il n'existe aucun consensus de programme de prévention pour les footballeuses.

Nous supposons que les programmes de prévention déjà parus permettent de prévenir les blessures du LCA chez la footballeuse. Donc, nous supposons que ces programmes de prévention sont efficaces sur notre population.

La validation de cette hypothèse permettrait de mettre en application ces programmes dans les clubs de football accueillant des femmes en plus des exercices d'échauffement et de la préparation physique générale et spécifique, afin d'agir au cœur du problème avant qu'il n'apparaisse.

1.6. Intérêt de la revue

Le football est le sport le plus pratiqué en France, devant le tennis, avec pas moins de 2 130 054 licenciés [25]. Ce chiffre s'explique par le fait que le football est un sport national : c'est le sport qui réunit le plus de supporters en France. Le titre de champion du monde en 2018 n'a fait qu'accroître l'importance de ce sport à ballon dans notre société.

La grande population de licenciés induit obligatoirement une incidence plus élevée des blessures que ce sport peut engendrer.

Le football ne s'arrête pas à la gent masculine, et s'intéresse aux filles, dont la part de licenciées est en constante augmentation.

Malheureusement, leur prise en charge et l'intérêt que porte la médecine sur leur sort est largement placé au second plan derrière les joueurs masculins, pour des raisons de monétisation principalement.

Les joueuses de football sont des populations à risque majoré de rupture de ligament croisé. Une blessure de cette gravité peut les contraindre à la chirurgie ou bien à une rééducation de stabilisation du genou, les deux entraînant l'arrêt du jeu pendant une période de plusieurs mois, voire l'arrêt complet de leur carrière si leurs objectifs sont professionnels. Elles ont, malgré ces prises en charges, des risques de récurrence ou de blessures contralatérales accrues.

Ces contraintes, au niveau de la sécurité sociale, constituent un coût non négligeable mais qui pourrait potentiellement être évitées par des mesures de prévention.

C'est pour de telles raisons que l'aspect préventif semble tout aussi important que le curatif dans ce genre de pathologies : on cherche à éviter que de telles blessures apparaissent et n'engendrent des incapacités, des restrictions de participations, et des coûts évitables. C'est donc le volet de la prévention primaire qui serait efficace pour ce genre de problématiques.

Il n'y a que peu d'articles qui concernent la population féminine dans le football contrairement aux hommes ; l'intérêt était donc de mettre en lumière les articles concernant les femmes afin que les équipes médicales, paramédicales et le staff puissent connaître et appliquer les recommandations actuelles.

La connaissance de programmes ou de techniques de prévention pourrait permettre aux Masso-kinésithérapeutes (MK) de prodiguer des conseils à leurs patients (en cabinet ou en club) mais aussi de former les entraîneurs des équipes de football féminine afin qu'ils puissent appliquer à plus grande échelle ces exercices de prévention, et qu'ils profitent à toutes.

De plus, l'incidence de lésion du ligament croisé, associée à la cause de la lésion qui est majoritairement par mécanisme lésionnel sans contact (contrairement aux hommes), met en exergue le fait qu'étudier cette population est plus que justifié. Une étude sur la prévention chez le footballeur masculin présenterait moins d'intérêt car ils ont une incidence majoritaire de rupture avec contact. On pourrait donc difficilement préparer le corps à cela dans le cadre de la kinésithérapie. L'action serait plutôt sur les modes de jeu et sur la technique que sur l'anatomie générale.

2. Méthode

La réalisation de ce travail de recherche suit les critères correspondants au concept PRISMA (annexe n°1) datant de 2020 (version la plus récente du concept).

2.1. Problématique

Comme nous avons pu le voir, la pratique du football féminin est soumise à un grand nombre de blessures, parfois même supérieur au nombre de blessures rencontrées chez les footballeurs masculins, mais l'atout économique du football féminin est peu attrayant. Peu d'articles s'intéressent à la prévention de leurs blessures et les interventions en kinésithérapie actuelle sont basées préférentiellement sur le traitement une fois que l'incident lésionnel a eu lieu et qu'on ne peut plus revenir en arrière.

Ma problématique est donc la suivante : Existe-t-il des stratégies de prévention de rupture du ligament croisé chez les footballeuses féminines et sont-elles efficaces pour les prévenir ?

2.2. Critères d'éligibilités

2.2.1. Description des critères de l'étude

Ce mémoire fera l'objet d'une revue systématique. Afin de structurer notre travail, le modèle PICO (Patient, Intervention, Comparateur, Outcomes) a été utilisé. Il permet d'établir clairement les critères de l'étude, ainsi que les inclusions, non-inclusions et exclusions.

La problématique de notre étude est de nature thérapeutique et le modèle PICO sur lequel celle-ci s'appuie est le suivant :

PICO	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Population	<ul style="list-style-type: none">- Femmes footballeuses- Amateurs ou professionnelles- Âgées de 26 ans et moins (mineures ou majeures) ;- Occurrence de lésion du ligament croisé antérieur (où lésion signifie : rupture initiale ou récurrente, partielle ou totale, isolée ou associée à d'autres lésions du genou)	<ul style="list-style-type: none">- Hommes ;- Sport pratiqué autre que le football (handball, basketball, football australien...)
Intervention	Programme de prévention (entraînement Neuromusculaire, échauffement, exercices...)	
Comparateur	Aucune intervention inhabituelle ; les joueuses gardent leur entraînement et leur routine	<ul style="list-style-type: none">- Autre programme (comparaison de deux programmes entre eux)
Outcomes	<ul style="list-style-type: none">- Primaire : Prévenir et réduire le nombre de lésion du LCA- Secondaire : Prévenir et réduire le nombre de blessures du genou.	

Tableau III : Description des critères PICO

Certains articles ont été exclus de l'étude pour les raisons suivantes :

- L'article porte sur les facteurs de risque de blessure du LCA ;
- L'article traite « les blessures de genou » de façon générale sans mettre l'accent/différencier les blessures du LCA ;
- L'article porte sur le football Américain ou Australien ;
- Les études portaient sur plusieurs sports (comme le football et le basketball) et dans les données et résultats les auteurs ne faisaient pas la distinction entre l'occurrence des blessures chez les footballeuses et celles chez les basketteuses ;
- L'article porte sur l'efficacité du programme de prévention sur les Facteurs de risque (**FDR**) et non sur la diminution de l'incidence réelle des blessures ; Cependant, tous les articles portant sur les FDR ont été lus afin de vérifier que l'étude ne mentionne pas de donnée objective de l'incidence des lésions du LCA.

2.2.2. Classification du niveau de preuve de la revue littérature

Pour la suite de notre revue littérature, il est important de rappeler que toutes les études ne se valent pas ; certaines sont plus fiables que d'autres et présentent un niveau de preuves supérieures. Afin de nous aider à faire la différence entre plusieurs études, la HAS a établi un tableau de recommandations détaillant les preuves scientifiques fournies par la littérature :

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Tableau IV : Grade des recommandations de la HAS

Afin que notre étude présente un niveau de preuve maximale (sous-entendu un niveau de preuve 1), les articles choisis seront des essais comparatifs randomisés en majorité. Cependant, il est possible qu'en restreignant notre recherche, cette dernière ne soit pas assez productive entraînant un trop petit nombre d'articles. Dans ce cas-là, nous utiliserons des études de niveau 2 de preuves scientifiques (c'est-à-dire des essais comparatifs randomisés de faible puissance, des études comparatives non randomisées bien menées ou des études de cohorte) afin d'avoir matière à analyser.

D'après la HAS, « la randomisation permet d'obtenir que tous les facteurs pronostiques pouvant influencer sur l'effet de l'intervention, qu'il s'agisse de facteurs pronostiques connus mais également inconnus, soient équitablement répartis entre les deux groupes de l'essai »¹⁵ ; De plus, les Essais

¹⁵ [HAS – Guide méthodologique pdf](#) (19/10/2023)

Cliniques Randomisés (**ECR**) présentent un risque de biais minimal, ce qui séduit souvent les auteurs. Il doit remplir des conditions méthodologiques précises et venir confirmer ou infirmer une hypothèse. C'est sur ces essais que l'Evidence Based Practice (**EBP**) est basée. [26]

2.3. Sources

2.3.1. Bases de données et Équation de recherche

Afin de procéder à cette revue littérature, nous avons utilisé des bases de données et moteurs de recherches internationaux spécifiques aux publications médicales.

Les bases de données utilisées lors de nos recherches sont **PubMed**, **PEDro** et **Cochrane Library**. Cependant, tous les articles utilisés sont présents dans les bases de données de PubMed.

Les recherches ont été effectuées entre le 1^{er} septembre et le 19 octobre 2023. La même recherche a été réitérée le 13 janvier, se basant sur les articles sortis en 2024, afin de vérifier si de nouveaux articles avaient été publiés (recherche qui n'a pas été productive).

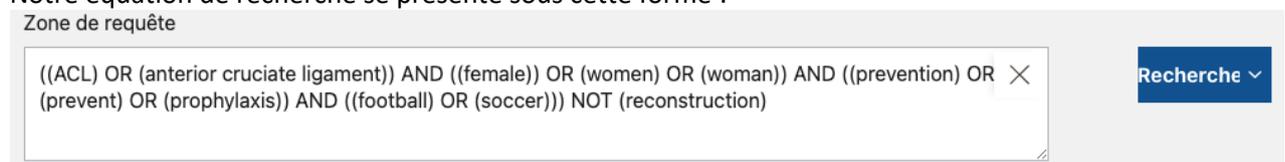
PubMed est la première base de données utilisée. En effet, elle regroupe une large plage d'articles scientifiques dont des articles médicaux et plus précisément des articles en Masso-kinésithérapie. De plus, PubMed est mondial, donc regroupe une large gamme d'articles d'origines diverses et variées.

Pour effectuer une recherche, nous avons utilisé l'option « recherche avancée », qui permet la création d'une équation de recherche associant plusieurs mots clés et leurs synonymes. Le but est de ne pas trop élargir notre recherche afin de ne pas créer trop de « silence » c'est-à-dire de faire une recherche trop précise qui tairait des articles susceptibles de nous intéresser ; il faut également veiller à ne pas créer trop de « bruit » qui est au contraire, la présence de trop peu de mots clés qui engendrerait une recherche trop large et donc de potentiellement passer à côté d'articles intéressants.

Au préalable, il est important de savoir qu'il existe des opérateurs booléens, c'est-à-dire des petits mots de liaison écrits en lettres majuscules qui permettent de faire le lien entre deux synonymes ou deux mots clés. Il existe le « OR » à placer entre 2 synonymes, le mot « AND » à placer entre deux mots clés, et le mot NOT à placer avant un mot que l'on souhaite exclure de notre recherche. Chaque mot clé est inscrit entre parenthèse.

Également, dans l'objectif d'élargir notre recherche et de trouver le maximum d'articles concernant notre demande, nous avons placé des Astérix derrière chaque mot. Cette manipulation a pour but de rechercher toutes les déclinaisons d'un même mot sans avoir besoin de tous les écrire (nous écrivons la racine et PubMed trouve toutes les terminaisons correspondantes). Cette manipulation n'a pas fait diminuer augmenter le « bruit ».

Notre équation de recherche se présente sous cette forme :



Zone de requête

((ACL) OR (anterior cruciate ligament)) AND ((female) OR (women) OR (woman)) AND ((prevention) OR (prevent) OR (prophylaxis)) AND ((football) OR (soccer)) NOT (reconstruction)

Recherche ▾

Figure 11 : Équation de recherche utilisée sur la base de données PubMed

PubMed dispose de filtres permettant également de préciser la recherche ; nous avons utilisé les suivants : Essai clinique, Méta-analyse, Essai contrôlé randomisé, Revue systématique (dans la partie type d'articles).

PubMed propose à cette recherche 49 revues.

Afin de compléter nos recherches, nous avons utilisé l'outil « simple search » du moteur de recherche PEDro. Les mots clés étaient les suivants : « Female » ; « ACL » ; « prevention » ; « football ».

Ces recherches n'ont pas été très concluantes puisqu'elles n'ont pas permis de trouver d'articles différents de ceux de PubMed (n=3 articles correspondants à la recherche).

Une deuxième équation a été utilisée dans la partie recherche avancée du site. Celle-ci n'a mis en évidence qu'un article, également disponible sur PubMed.

L'équation était la suivante :

The image shows a search form for PEDro with the following fields and values:

- Résumé et titre : ACL, female, football, prevention
- Thérapie: [dropdown]
- Problème: [dropdown]
- Partie du corps: bas de la jambe ou du genou
- Sous-discipline : [dropdown]
- Sujet: [dropdown]
- Méthode: essai clinique
- Auteur/Association : [text box]
- Titre uniquement : [text box]
- Source: [text box]
- Publié depuis : [text box] [AAAA]
- Nouveaux enregistrements ajoutés [text box] [JJMM/AAAA]
- Score d'au moins : depuis [text box] [dix]
- Retour: 20 enregistrements à la fois
- Lors de la recherche : Faire correspondre tous les termes de recherche (ET) Correspond à n'importe quel terme de recherche (OU)
- [Lancer la recherche]

Figure 12 : Équation de recherche utilisée sur la base de données PEDro

Enfin, **Cochrane Library** est la dernière base de données utilisée. L'équation était la suivante :

⚠ For COVID-19 related studies, please also see the [Cochrane COVID-19 Study Register](#)

44 Trials matching (((ACL) OR (anterior cruciate ligament)) AND ((female) OR (girl) OR (women) OR (woman)) AND ((football) OR (soccer)) AND ((prevention) OR (prevent) OR (prophylaxis))) NOT (reconstruction). in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)

Figure 13 : Équation de recherche utilisée sur la base de données Cochrane Library

Cette dernière a été plus concluante que les recherches sur **PEDro**. Elle a mis en exergue 44 essais cliniques.

2.3.2. Recherches complémentaires utilisées

En termes de recherches complémentaires, plusieurs références ont été investiguées telles que :

- Des experts dans le domaine médical du football tels que les médecins et kinésithérapeutes s'occupant des équipes de l'OM (équipes préprofessionnelles et professionnelles) ; des chirurgiens spécialisés dans la plastie du LCA et ayant l'habitude de donner des avis chirurgicaux quant à une potentielle chirurgie ;
- La thèse de Doctorat de Brice PICOT, maître de conférence à l'université Savoie Mont Blanc, récemment parue, et concernant le LCA chez le handballeur ;
- Les études incluses dans les articles sélectionnés ont également été étudiées.

- Enfin, la littérature grise a été étudiée, notamment avec « **DUMAS** ». Les mots clés « ACL », « prévention », « football » et « female » ont été recherchés. Ils ont mis en avant une revue littéraire concernant l'intérêt de l'intégration de la pliométrie dans les entraînements chez jeunes sportives dans la prévention du risque de blessure du LCA. La revue est intéressante à prendre en compte car elle concerne également la prévention de la sportive. Notre revue concerne intégralement la footballeuse ce qui diffère de celle trouvée sur DUMAS, mais la proximité de la thématique reste intéressante à étudier.

2.4. Méthode d'extraction et analyse des données

2.4.1. Sélection des articles

La méthode de sélection des articles s'est basée sur les résultats de nos différentes équations de recherche sur les différentes bases de données disponibles. Un seul opérateur s'est chargé de leur sélection et cela de façon indépendante. Celui-ci a choisi préférentiellement des essais cliniques randomisés car ils montrent un niveau de preuve clinique supérieure. Également, il a veillé à sélectionner préférentiellement des articles en Anglais, Français et Espagnol, langues maîtrisées, afin de rendre l'analyse des documents le moins fastidieux possible.

Le logiciel Mendeley Desktop® a été utilisé afin de recueillir les articles de façon méthodique.

La méthodologie de sélection est la suivante :

- Après avoir tapé notre équation de recherche, sont sélectionnés pour la première phase de balayage les articles présentant un titre en adéquation avec notre sujet. Les articles qui sont susceptibles de nous intéresser mais dont nous ne sommes pas sûrs du fond sont également sélectionnés et seront évalués lors d'une prochaine étape ;
- Les articles présélectionnés font l'objet d'une étude plus pointilleuse : Nous lisons dans un second temps leurs abstracts ainsi que les mots clés en bas de page. A la suite de cette première sous-lecture, l'opérateur exclu les articles ne correspondant pas à nos recherches, ou bien valide les articles en vue de la troisième étape d'évaluation ;
- Enfin, l'évaluateur effectue une lecture approfondie de l'ensemble de l'article et évalue si les articles sont inclus ou non dans l'étude.

Au cours de ces trois étapes, des phénomènes d'exclusion et de non-inclusion ont lieux en tenant compte des critères précédemment mentionnés.

Nous établirons un diagramme de flux afin de récapituler notre méthodologie de sélection des articles.

2.4.2. Extraction de données

Pour l'extraction de donnée, celle-ci se fait à partir de notre équation de recherche. Seules les données utiles à notre étude seront utilisées ;

Dans les études, nous nous attarderons sur :

- **La population** : les footballeuses féminines seront étudiées ; Les joueurs masculins ou les joueuses de football comme le football Américain ou le football Australien ne seront pas inclus dans l'étude. Les articles qui incluront des femmes et des hommes dans leur étude, ou bien le football et un autre sport seront utilisées si dans leur analyse elles font la distinction entre ces différentes catégories permettent une analyse bien différenciée des résultats (uniquement sur le football et sur le sexe féminin) ;
- **Intervention** : tous styles de programmes de prévention de lésion du ligament croisé antérieur sera analysé. Pareillement, on utilisera les études abordant les lésions du genou au sens large si elles mentionnent la blessure du ligament croisé antérieur de façon individuelle. Le terme

lésion sous-entend, comme mentionné précédemment, toute blessure ou rupture partielle ou totale du ligament croisé antérieur.

- **Comparateur** : on va chercher à comparer les programmes de prévention à une non-intervention, c'est-à-dire à un groupe contrôle qui continuera à effectuer les entraînements comme à son habitude, sans faire intervenir de prévention particulière.
- **Outcomes** : l'objectif sera de savoir quel type d'intervention de prévention recommander aux clubs de football entraînant des femmes dans le but de réduire le risque de lésion du ligament croisé antérieur.

L'extraction de données a été faite par un seul évaluateur, indépendant et neutre.

2.5. Évaluation du risque de biais

Le biais (ou erreur systématique) s'oppose à la notion d'erreur aléatoire que l'on peut aussi rencontrer dans une étude.

Les biais sont des erreurs méthodologiques ayant comme conséquences systématiques de produire des estimations supérieures ou inférieures à la valeur réelle des paramètres étudiés, contrairement aux erreurs aléatoires (liées à la fluctuation d'échantillonnage), qui sont uniquement dues au hasard donc qui sont non prédictibles.

Ils sont indépendants de la taille de l'échantillon contrairement aux erreurs aléatoires qui s'amenuisent à mesure qu'on augmente la taille de la population étudiée.¹⁶

L'intérêt est donc de prévoir les biais afin de les minimiser. Dans nos études, ils peuvent être de la nature suivante : **Biais de sélection** : « qui discrimine la population » ; **Biais de confusion** : « dû à une mauvaise analyse ou un facteur incriminé n'ayant aucun lien avec le phénomène que nous observons »¹⁶ ; **Biais de suivi** : présent quand les groupes ne sont pas suivis de façon identique lors l'étude ; **Biais d'évaluation** : lorsque l'évaluation du critère de jugement identique pour tous les sujets ; **Biais d'attrition** : « lorsqu'on exclut de la population d'analyse des sujets initialement inclus dans l'étude et que ces exclusions sont liées au résultat ».¹⁷

Le biais d'attribution (qui intervient quand les sujets d'une étude ne sont pas distribués de façon aléatoire) ne devrait pas concerner nos études dans la mesure où ce sont des essais cliniques randomisés.

Également, afin d'apprécier la qualité des études appartenant à notre revue systématique, il conviendra d'étudier l'échelle PEDro (**annexe 2**). Modifiée pour la dernière fois en 1999, celle-ci permet de quantifier la qualité de nos études grâce à un score évaluant divers paramètres (comme la répartition aléatoire dans les groupes, ou le fait que tous les sujets aient été en aveugle du traitement proposé¹⁸). Plus ce score se rapproche de 10 et plus la qualité de l'étude est élevée (ce qui signifie que les biais ont été évités et que les conclusions avancées par l'auteur sont en rapport avec la réalité). Onze points sont évalués, et sont attribués si le critère est clairement respecté. La réponse à chacun des 11 points abordés est binaire (réponse de l'évaluateur par « oui » ou « non »)

L'évaluation du risque de biais a été faite par un seul évaluateur, indépendant et neutre.

¹⁶ [Metahcq – Qu'est-ce qu'un biais dans une étude](#) (23/10/2023)

¹⁷ [LEPCAM – Interprétation et critique des résultats](#) (23/10/2023)

¹⁸ [PEDro – Échelle PEDro](#) (23/10/2023)

2.6. Synthèse des résultats

Cette revue systématique regroupera plusieurs articles dont l'objectif commun est de répondre à notre problématique de prévention de lésion du LCA chez les footballeuses féminines.

Nous avons comme projet de réaliser dans la mesure du possible une méta-analyse. Cette dernière permet la synthèse commune de nos articles, l'objectif étant de créer du lien entre nos différentes études afin de formuler une synthèse de résultat commune.

Pour se faire, nous utiliserons le système GRADE (**annexe 3**), tiré des recommandations de la HAS. Ce sont des critères appliqués pour grader à la fois le niveau de preuve et la force des recommandations.

En termes statistiques, nous recueillerons lorsque cela pourra nous être permis :

- L'intervalle de confiance : plage d'incertitude associée à l'estimation d'une statistique¹⁹ ; On privilégiera les études avec un intervalle de confiance au seuil de 95%.
- La valeur-P (ou « P-value ») : mesure statistique comprise entre 0 et 1 utilisée pour donner une indication qui détermine si un résultat peut être dû au hasard ou non. Un seuil de significativité statistique doit au préalable être établi²⁰ ; On cherchera des valeurs « P » < 0,05 afin de correspondre aux intervalles de confiance au seuil de 95%.
- Les écarts-types : mesure de dispersion ; répartition d'une variable autour de sa moyenne.²¹

Deux options s'offrent à nous pour l'étude statistique des données qui nous sont partagées :

- Soit le test Z, qui permet la comparaison des moyennes de deux échantillons. Cependant, il nécessite certaines conditions d'application : que le facteur de l'échantillon et du pourcentage qui lui est associé soit supérieur ou égal à 5 pour tous les échantillons²²
- Soit le test du Chi², qui permet de tester des hypothèses de dépendance ou d'indépendance des résultats vis-à-vis d'une intervention. Les conditions d'application sont simples : les effectifs théoriques, calculés, soient tous supérieurs ou égaux à 5.²³

Le traitement statistique sera fait à l'aide du logiciel RevMan[®] qui permettra d'établir un « Forest Plot » ou Graphique en Forêt si nos résultats le permettent, c'est-à-dire qu'ils ne présentent pas de forte hétérogénéité. Celui-ci formera une synthèse visuelle des résultats et permettra d'établir, en fonction de nombreux critères, si chaque étude présente des résultats statistiquement significatif et cliniquement significatif permettant d'objectiver l'effet du programme de prévention étudié.

Enfin, il faudra également prendre en compte les risques statistiques :

- Le risque Alpha : risque de conduire à l'existence d'une différence qui n'existe pas ;
- Le risque Béta : risque de conclure à l'absence de différence alors qu'elle existe. Il se définit par l'inverse d'alpha : « $\beta = 1 - \alpha$ ». ²⁴

¹⁹ [Minitab – Quelles sont les différences entre intervalle de confiance, de prédiction ou de tolérance ?](#) (23/10/2023)

²⁰ [Eupati – Valeur « p »](#) (23/10/2023)

²¹ [HubSpot – Écart type](#) (23/10/2023)

²² [XLstat – Tests T et Z pour deux échantillons](#) (13/03/2024)

²³ [JMP – Test du CHI2](#) (13/03/2024)

²⁴ [Sfmu – Les risques statistiques](#) (23/10/2023)

3. Résultats

3.1. Description des études

3.1.1. Démarche de sélection des articles

Au total, nos recherches sur les différentes bases de données ont abouti à la mise en avant de 97 articles. Les équations de recherches ont permis de trouver 3 articles sur la base PEDro, 45 sur Cochrane et 49 sur PubMed.

Après lecture des 97 titres d'articles, 29 ont été retenus, et 68 ont été exclus, moyennant les motifs suivants :

- 30 articles étaient des doublons (soit présents 2 fois sur Cochrane ou 2 fois sur PubMed, soit présents à la fois sur PubMed et Cochrane) ;
- 8 articles ne traitaient pas de la population adéquat (globalement, soit ils parlaient de footballeurs masculins, soit de football australien et non de soccer) ;
- 2 articles avaient des interventions différentes que celles de prévention initialement fixée ;
- 1 article présentait une pathologie différente de la lésion du LCA ;
- Enfin, 28 articles avaient des critères de jugements différents (action de la prévention sur les facteurs de risque, sur l'amélioration des performances, les facteurs biomécaniques etc.).

Par la suite, nous avons procédé à la lecture des résumés/extraits des 29 articles retenus lors de la précédente étape. Ont été retenus un total de 11 articles, et exclus les 18 autres pour les raisons suivantes :

- 1 article ne comportait pas la bonne population (football Australien) ;
- 5 articles n'avaient pas les bons critères de jugements (cf. plus haut) ;
- Le résumé d'un article est introuvé ;
- 1 était une revue littérature
- 10 étaient des méta-analyses

Pour finir, la lecture des textes intégraux a mis en avant 5 articles, inclus dans l'étude, et 6 articles exclus pour des raisons de population (n=1) ou car ils sont introuvés.

L'intégralité de notre démarche de recherche est résumée dans le diagramme de flux présent ci-dessous, permettant la synthèse de ce travail.

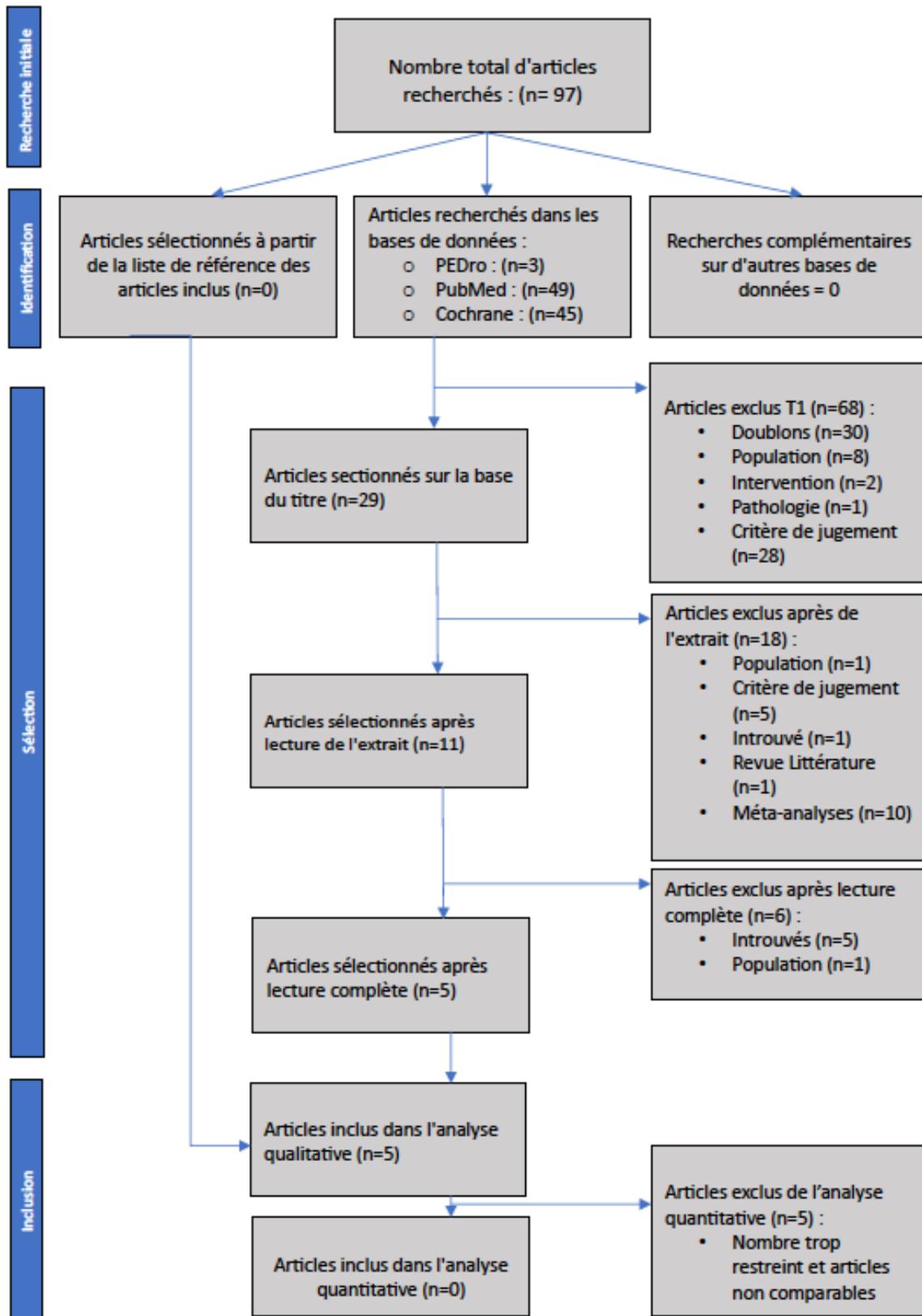


Figure 14 : Diagramme de flux permettant de résumer la recherche d'articles

3.1.2. Exclusion des études

Les études exclues lors de la dernière phase de sélection sont les suivantes :

Base de données	Auteurs de l'article	Date	Raison de l'exclusion
Cochrane	Markus Waldén [27]	2009	L'article est introuvable en intégralité
Cochrane	Pas d'information [28]	2021	L'article est introuvable en intégralité
Cochrane	A. Coves-Garcia [29]	2023	L'article est introuvable en intégralité car l'étude n'est pas terminée
PubMed	K. Knobloch, S. Martin-Schmitt et al. [30]	2005	L'article est introuvable en intégralité ; Il est de plus en Allemand
PubMed	Cynthia R. LaBella, Michel R. Huxford et al. [31]	2011	L'article admet 2 types de populations (joueuses de basketball et joueuses de football) mais ne fait pas la distinction entre les lésions du LCA post prévention chez la footballeuse et chez la basketteuse.
PubMed	Ronald P. Pfeiffer, Kevin G. Shea et al. [32]	2006	L'article est introuvable en intégralité

Tableau V : études exclues lors de la dernière phase de sélection

Parmi ces 6 études exclues en dernière intention d'inclusion des articles de notre revue systématique (c'est-à-dire lors de la lecture complète des articles), 5 ont été exclues par impossibilité d'accéder à l'intégralité de l'article. En effet, malgré des recherches grâce au **PMID** (PubMed Identifier) de l'article sur la bibliothèque universitaire de la faculté, puis sur l'interface « sci.hub », ainsi que la sollicitation des auteurs joignables par courriel, aucune recherche n'a été concluante et aucune réponse ne nous a été apportée.

De plus, un des articles est en Allemand ce qui aurait certainement constitué un critère d'exclusion si nous avions pu avoir accès à l'intégralité du texte.

Enfin, un des articles aurait été intéressant à inclure dans notre étude s'il avait fait le distinguo entre l'atteinte du LCA chez les footballeuses et chez les basketteuses. Malheureusement, cela constitue un critère d'exclusion car les basketteuses ne correspondent pas à la population de notre revue systématique.

3.1.3. Études incluses

3.1.3.1. Description des études incluses

Waldén et al. (2012) [33]

Cette première étude est un essai contrôlé randomisé en grappes stratifiées. Elle regroupe 4564 participantes, réparties dans 230 clubs de foot suédois qui forment l'unité de randomisation. Les interventions consistaient en un programme d'échauffement neuro-musculaire de 15 minutes 2 fois par semaine avant l'entraînement tout au long de la saison (collection des données du 1^{er} avril au 31 octobre 2009 soit 298 278 heures de football).

Les participantes sont des joueuses féminines de football et sont âgées de 12 à 17 ans et appartiennent à des équipes U14 à U18 (où U correspond à « under », c'est-à-dire « en dessous » et le nombre

correspond à l'âge). Les groupes ont été scindés en deux parties : un groupe d'intervention (composé de 121 équipes et 2479 joueuses), et un groupe témoin (109 équipes et 2085 joueuses) qui constituent deux groupes comparables. L'organisation en cluster permet de minimiser les biais de contamination entre les groupes d'intervention et de contrôle.

Certains groupes ont été exclus pour 3 raisons principales : ils n'avaient pas répondu à la demande, les clubs utilisaient déjà un programme de prévention des blessures ou bien les joueuses s'entraînaient moins de deux fois par semaine.

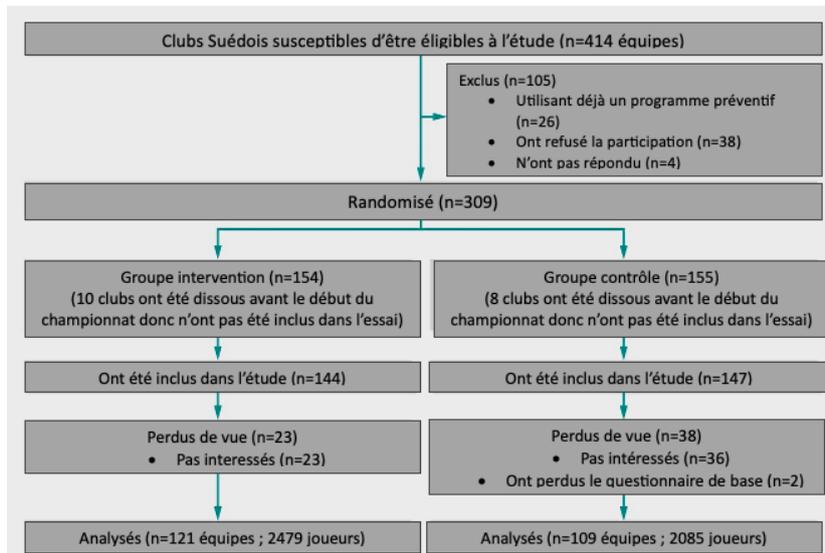


Figure 15 : Schéma méthodologique de l'étude de Walden et al. (traduit et simplifié, inspiré de l'article)[33]

Concernant les interventions proposées, le groupe contrôle ne recevait aucune intervention, seules leurs blessures étaient suivies (taux et type de blessures). Quant au groupe d'intervention, le programme de prévention était composé d'un échauffement musculaire axé sur la stabilité du tronc et le contrôle des genoux.

L'échauffement commençait par 5 minutes de course à faible intensité pour ensuite se poursuivre par les exercices suivants :

- Squat sur une jambe
- Lifting pelvien
- Squat sur 2 jambes
- La planche (gainage)
- La fente
- Le saut et l'atterrissage

L'enchaînement des exercices durait 15 minutes environ. Chaque exercice est divisé en 4 niveaux de difficultés progressives (A, B, C et D), et possède un exercice à réaliser en binôme. La joueuse faisait 3 fois 8 à 15 répétitions par exercice. Ceux-ci étaient réalisés par les entraîneurs des équipes, formés lors de réunions pédagogiques par des auteurs de la revue. Ils ont également reçu des supports décrivant le programme (CD et dépliant).

Les critères de jugement de l'étude étaient les suivants :

Critère de jugement primaire	- Taux de lésions du ligament croisé antérieur sans contact
Critères de jugement secondaires	- Taux de blessures graves du genou (entraînant une absence au jeu > 4 semaines) - Blessures aiguës du genou

Tableau VI : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude

Les différents critères de jugements sont intéressants à prendre en compte car le programme de prévention est susceptible d'agir sur tout le complexe du genou.

Soixante-huit kinésithérapeutes étaient présents pour enregistrer les blessures et collecter les données, ainsi que huit médecins, pour aider les équipes de soins des clubs au diagnostic médical.

Un questionnaire homologué permettait la récolte des données. Celui-ci comprenait :

- Un questionnaire de base (nom, numéro de sécurité sociale, données anthropométriques, date des premières règles, blessures aiguës antérieures au genou, plaintes actuelles au genou, antécédents familiaux de lésion du ligament croisé antérieur)
- La présence des joueuses (temps de jeu individuel, absences, temps de jeu supplémentaire dans une équipe autre que celle du club)
- L'enregistrement des blessures (évaluée par la suite par des kinésithérapeutes de l'étude ou par un médecin si la blessure n'était pas claire, avec confirmation par IRM si la blessure n'avait pas été exclue cliniquement).

Les médecins ayant évalués les blessures étaient en aveugle.

Une surveillance a été mise en place comprenant 2 visites inopinées dans chaque équipe appartenant au groupe d'intervention. Celles-ci consistaient en l'observation de la réalisation des exercices par les kinésithérapeutes, à distance afin de ne pas biaiser le déroulement ; ces observations permettaient d'évaluer la conformité et l'exécution du programme, et de corriger d'éventuelles erreurs.

Aucun perdu de vue n'a été enregistré durant la saison ; à la fin de la saison, le taux de blessure est évalué et comparé entre les deux groupes (témoin et intervention), sur la base des données collectées de façon mensuelle par courrier électronique par les entraîneurs aux thérapeutes et aux auteurs de l'étude.

Heidt et al. (2000) [34]

Cette étude cible les blessures chez les footballeuses féminines. Elle regroupe 300 joueuses âgées de 14 à 18 ans. Les auteurs ont cherché à évaluer l'efficacité d'un programme d'entraînement présaison nommé « Frappier Acceleration Training Program » combinant :

- Un conditionnement cardio-vasculaire spécifique au foot ;
- Du travail pliométrique ;
- Des exercices de « Sport Cord Drills » (cf. **ANNEXE n°6**) ;
- Du renforcement ;
- Des exercices de flexibilité pour améliorer la vitesse et l'agilité.

Chaque exercice a été adapté au niveau de l'athlète et à ses difficultés afin que le programme soit le plus approprié possible. Ce programme a duré 7 semaines comprenant 20 sessions, réalisées par les auteurs de l'étude. Les entraîneurs étaient en aveugle concernant les groupes pré-entraîné ou non.

Pour cela, le groupe a été divisé en deux parties : 42 joueuses appartenant au groupe d'entraînement ont réalisé le programme présaison susmentionné, et 258 au groupe de non-entraînement (ou groupe contrôle).

Les auteurs ont suivis ces joueuses pendant 1 année afin d'observer l'occurrence et le type de blessures. Cette année est scindée en deux parties distinctes : la saison scolaire (d'août à novembre) et la saison des sélections (de mars à août).

Les joueuses soumises au pré-entraînement ont été testées avant et après le programme (sur le saut vertical, le saut en longueur, l'agilité du pied via la pliométrie et un sprint de 10 mètres).

Les critères de jugement sont les suivants :

Critère de jugement primaire	- Tout type de blessure du membre inférieur (classé en fonction de la localisation : genou, cheville ou autre)
Critères de jugement secondaires	- Blessures du genou (LCA, LCM, ménisque, bursite, subluxation de la rotule etc.)

Tableau VII : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude

Une blessure a été définie par les auteurs comme « une atteinte physique faisant perdre du temps d'entraînement ou de match aux joueuses ». En conséquence, les blessures qui ne nécessitaient pas d'arrêt n'ont pas été comptabilisées.

La sévérité des blessures a été triée en fonction du nombre d'entraînement/match raté, ou de la période d'arrêt, sur une échelle de 1 à 6 décrite dans l'étude.

Aucun perdu de vue n'est mentionné dans l'étude.

Les données concernant les blessures ont été collectées une seule fois, à la fin de l'année, et compilées dans un tableur.

Söderman et al. (2000) [35]

Dans cette étude prospective randomisée, les auteurs souhaitent étudier l'efficacité de l'entraînement de 10 à 15 minutes sur une planche d'équilibre dans la prévention de blessures des membres inférieurs chez la footballeuse. Elle regroupe 13 équipes comprenant au total 221 joueuses d'une vingtaine d'années (entre 15 et 25 ans environ). Elles ont été séparées en deux groupes : un groupe d'intervention de 7 équipes (121 joueuses), et un groupe contrôle de 6 équipes (100 joueuses). Le suivi s'est fait sur une saison (d'Avril à octobre). Les joueuses ont été testées avant la saison afin d'établir s'il existait une différence significative entre elles, pour juger de la comparabilité des deux groupes.

On compte 54 abandons « externes » dans cette étude (c'est-à-dire des abandons liés aux décisions des joueuses), 22 appartenant au groupe intervention et 32 du groupe témoin ; ainsi que 27 abandons internes (c'est-à-dire des joueuses du groupe intervention exclues de l'étude pour avoir effectué le programme moins de 35 sur les 48 fois prévues au cours de la saison) : Finalement, l'étude compte 62 joueuses dans le groupe intervention et 78 joueuses dans le groupe contrôle.

Récapitulatif des abandons :

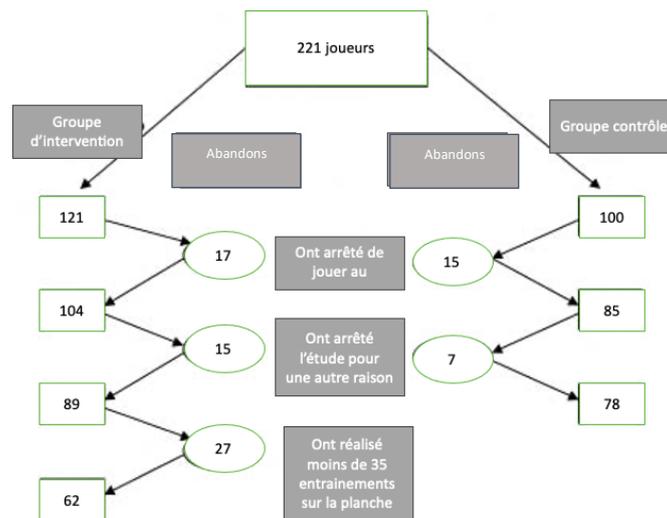


Figure 16 : Schéma récapitulatif des abandons internes et externes de l'étude (traduit et simplifié, inspiré de l'article).

Les critères de jugements sont les suivants :

Critère de jugement primaire	- Gravité des blessures
Critères de jugement secondaires	- Types de blessures et localisation (pied, cheville, genou etc.)

Tableau VIII : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude

Toute blessure qui entraînait une incapacité de pratiquer un entraînement ou un match était enregistrée par le coach. Il enregistrerait les informations suivantes : la date de la blessure, le mécanisme, la localisation, le type, la durée, et les antécédents de blessures sur le même site lésionnel. Les auteurs prenaient régulièrement contact avec les entraîneurs afin de répondre à d'éventuelles questions et de collecter les données.

Les blessures étaient classées en 3 types : mineure (entraînant un arrêt de jeu inférieur à 7 jours) ; modérée (de 7 à 30 jours d'arrêt) et sévère (supérieur à 30 jours d'arrêt).

Gilchrist et al. (2008) [36]

Cette étude est un essai clinique randomisé. Elle concerne les joueuses de football féminines de division 1 de la Nationale Collegiate Athletic Association suivies sur la saison d'automne 2002. Elles ont entre 14 et 18 ans. Initialement, 287 équipes étaient éligibles, mais finalement, se sont 61 équipes comptant 1435 athlètes qui ont terminé l'étude.

Le groupe a été scindé en deux parties : 583 joueuses font parties du groupe intervention contre 852 qui appartiennent au groupe témoin.

Voici le récapitulatif de la sélection de cette étude :

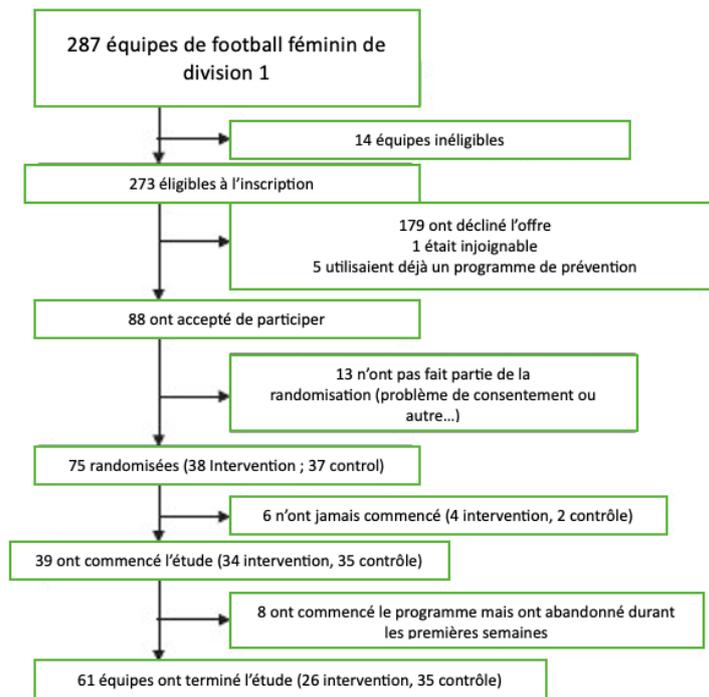


Figure 17 : Schéma méthodologique de l'étude de Wàlden et al. (traduit et simplifié, inspirée de l'article) [33]

Le groupe intervention est soumis à l'exécution d'un programme de prévention de rupture du ligament croisé antérieur nommé « PEP » (Prevent injury and Enhance Performance Program), à raison de 3 fois par semaine pendant 12 semaines. Le programme doit être réalisé en échauffement, il est le suivant :

1. Échauffement (50 mètres chacun) :
 - Courir d'une ligne à l'autre du terrain (cône à cône)
 - Course de la navette (côte à côte)
 - Marche à rebours
2. Étirements (2 x 30 secondes) :
 - Mollets
 - Quadriceps
 - Ischio-jambiers
 - Adducteurs
 - Fléchisseurs de hanche
3. Renforcement :
 - Fentes en marchant (2 x 20 mètres)
 - Ischio-jambiers Russes (3 x 10 répétitions)
 - Levée d'un seul orteil (30 répétitions de chaque côté)
4. Pliométrie :
 - Houblon latéral
 - Sauts en avant
 - Houblon sur une seule jambe
 - Sauts verticaux
 - Sauts en ciseaux
5. Agilité :
 - Course de navette
 - Course en diagonale

- Course limite

Les entraîneurs sportifs certifiés ont suivi une réunion d'explication du programme. Après récolte de consentement des joueuses ainsi que d'informations (tels que les antécédents de blessure, l'âge, la taille, le poids etc.), ils ont distribué une cassette vidéo et un manuel d'instruction expliquant l'échauffement alternatif PEP. Du matériel a également été livré.

Pour les équipes « contrôle », il s'agissait de poursuivre comme à leur habitude, leurs échauffements classiques.

Les blessures ont été signalées par courrier électronique de façon hebdomadaire au coordinateur de l'étude. Il fallait y mentionner : le lieu, la cause, le type, la gravité ; un suivi médical était demandé à la joueuse.

Si la blessure concernait le genou, alors la joueuse devait remplir un questionnaire supplémentaire dans les 10 jours suivant la lésion (concernant le type de blessure, la durée, les antécédents ainsi que le diagnostic de la blessure). Le diagnostic était établi grâce à un diagnostic clinique médical ainsi qu'une confirmation IRM et/ou procédure arthroscopique.

Critère de jugement primaire	- Rupture du LCA sans contact
Critères de jugement secondaires	- Aucun

Tableau IX : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude

Mandelbaum et al. (2005) [37]

L'objectif de cette étude de cohorte était d'évaluer si le programme d'entraînement proprioceptif et neuromusculaire « PEP » est efficace en prévention de blessures du ligament croisé antérieur.

Pour ce faire, les auteurs ont suivi des joueuses de football de la Coast Soccer League de Californie du Sud, âgées de 14 à 18 ans pendant une période de 2 ans (sur les saisons de 2000 et 2001).

Lors de la première saison, 52 équipes (1041 joueuses) ont participé au groupe intervention et 95 équipes (1905 joueuses) appartenaient au groupe témoin.

La deuxième saison 45 équipes (844 athlètes) intervention, et 1913 athlètes témoins.

Le groupe témoin réalisait des échauffements classiques, tandis que le groupe intervention réalisait le programme susmentionné (cf. étude Gilchrist et al. [36]).

L'étude n'est pas randomisée puisque les joueuses ont été contactées via une publication sur un site Web puis via adresse électronique. Celles qui étaient intéressées ont constitué le groupe intervention, les joueuses restantes ont permis de constituer le groupe témoin. Donc l'appartenance au programme était un choix personnel des joueuses.

Chaque entraîneur a suivi une réunion obligatoire de la ligue où on leur présentait le programme, et les joueuses ont toutes reçues chez elle une cassette démonstrative ainsi qu'un dossier de documentation.

C'est l'entraîneur de chaque équipe qui était chargé de recueillir les informations concernant les raisons des absences aux entraînements, les blessures et tout autre événements en lien (grâce à un rapport hebdomadaire fourni aux auteurs mentionnant, dans le cas d'une blessure, le type, les antécédents de blessures, la durée et le diagnostic).

Le diagnostic était établi grâce à un diagnostic clinique médical ainsi qu'une confirmation IRM et/ou procédure arthroscopique.

Cet article constitue l'étude pilote de celle de Gilchrist et al. Elle a été réalisée un an au préalable, et a démontré des résultats prometteurs, poussant les auteurs à réaliser l'étude de Gilchrist et al.

Critère de jugement primaire	- Rupture du LCA sans contact
Critères de jugement secondaires	- Aucun

Tableau X : Tableau récapitulatif des critères de jugements de l'étude

Conclusion sur les caractéristiques des études :

Au total, ces études concernent toutes la prévention de lésion du ligament croisé antérieur (en critère de jugement primaire ou secondaire). Trois d'entre elles mentionnent les blessures du genou (en critère de jugement primaire ou secondaire).

Elles ont été réalisées respectivement et dans l'ordre où elles sont mentionnées, dans différents pays : la Suède, l'Ohio aux États-Unis, la Suède, et la Californie aux États-Unis. Le type de prévention est différent pour chaque étude : pour **Waldèn et al.**, il s'agit d'un échauffement neuromusculaire, pour **Heidt et al.**, d'un programme d'entraînement présaison, pour **Söderman et al.**, d'un programme d'entraînement supplémentaire, et enfin pour **Gilchrist et al.**, d'un programme d'échauffement.

La variété de programmes de chacune de ces études rend la comparaison compliquée, tout comme leur analyse quantitative. Par conséquent l'analyse quantitative sous le format de méta-analyse a été décliné.

Chacune de ces études compare les groupes d'intervention à un groupe témoin sans aucune intervention.

Chacune de ces études possède un schéma de l'ordre de l'interventionnel.

3.1.3.2. Tableau résumant les caractéristiques des études incluses

Nom et date de l'étude	Titre de l'article	Schéma d'étude	Population	Intervention (Programme suivi)	Comparateur	Critères de jugement	Outil diagnostic
<u>Waldèn et al. (2012)</u>	Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial	Essai clinique contrôlé randomisé en grappes	Footballeuse de 12 à 17 ans Groupe intervention : 121 équipes ; 2479 joueuses ; Groupe témoin : 109 équipes, 2085 joueuses.	Échauffement neuromusculaire pré-entraînement (15 minutes 2 fois par semaine ; Stabilité du tronc et contrôle des genoux)	Contrôle (aucun changement d'habitude)	Primaire : Taux de lésions du ligament croisé antérieur sans contact ; Secondaire : Taux de blessures graves du genou (entraînant une absence au jeu > 4 semaines) Blessures aiguës du genou	Évaluation clinique des thérapeutes puis IRM (si diagnostic clinique positif ou si le diagnostic négatif n'était pas sûr)
<u>Heidt et al. (2000)</u>	Avoidance of Soccer Injuries with Preseason Conditioning	Essai clinique randomisé	Footballeuse de 14 à 18 ans Groupe intervention : 42 joueuses ; Groupe témoin : 258 joueuses.	Programme d'entraînement pré-saison nommé « Frappier Accélération Training Program » (20 séances sur 7 semaines)	Contrôle (aucun changement d'habitude)	Primaire : Tout type de blessure du membre inférieur (classé en fonction de la localisation : genou, cheville ou autre) Secondaire : Blessures spécifiques du genou (LCA, LCM, ménisque, bursite, subluxation de la rotule etc.)	Non mentionné (Enregistrement par l'entraîneur et collection des données par les auteurs à la fin de l'étude)
<u>Söderman et al. (2000)</u>	Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players ?	Essai clinique randomisé	Footballeuse de 15 et 25 ans environ, de 2 ^{ème} et 3 ^{ème} division ; Groupe intervention : 62 joueuses ; Groupe témoin : 78 joueuses.	Programme d'entraînement supplémentaire sur plateforme instable, compose de 5 exercices d'appui unipodal (tous les jours pendant 30 jours, puis 3 fois par semaine pendant le reste de la saison. Il dure 15 minutes)	Contrôle (aucun changement d'habitude)	Primaire : Gravité des blessures Secondaire : Types de blessures et localisation (pied, cheville, genou etc.)	Non mentionné (enregistrement par l'entraîneur et lien régulier avec les auteurs pour la collection des données et la réponse à d'éventuelles questions)

Nom et date de l'étude	Titre de l'article	Schéma d'étude	Population	Intervention (Programme suivi)	Comparateur	Critères de jugement	Outil diagnostic
<u>Gilchrist et al. (2008)</u>	A Randomized Controlled Trial to Prevent Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Collegiate Soccer Players	Essai clinique Randomisé	Footballeuse de 14 à 18 ans ; Groupe intervention : 26 équipes (583 joueuses) ; Groupe témoin : 35 équipes (852 joueuses)	Programme de d'échauffement nommé « PEP », (3 fois par semaine pendant 12 semaines).	Contrôle (aucun changement d'habitude)	Primaire : Rupture du LCA sans contact Secondaire : aucun.	Diagnostic clinique médical et confirmation par IRM et/ou par arthroscopie ou visualisation directe de la discontinuité lors de la chirurgie de reconstruction
<u>Mandelbaum et al. (2000)</u>	Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes; 2 years follow up	Essai clinique prospectif non randomisé	Footballeuse de 14 à 18 ans ; Première année : Groupe intervention : 52 équipes (1041 joueuses) Groupe témoin : 95 équipes (1905 joueuses) ; Deuxième année : Groupe intervention : 45 équipes (844 joueuses) Groupe témoin : 112 équipes (1913 joueuses).	Programme de d'échauffement nommé « PEP », (3 fois par semaine pendant 12 semaines).	Contrôle (aucun changement d'habitude ; échauffement individuel guidé par l'entraîneur)	Primaire : Rupture du LCA sans contact Secondaire : aucun.	Diagnostic clinique médical et confirmation par IRM et/ou par arthroscopie

Tableau XI : récapitulatif des caractéristiques des études incluses

3.2. Risque de biais des études incluses

3.2.1. Utilisation de l'échelle PEDro

L'échelle PEDro a un objectif bien défini : elle permet d'évaluer la qualité méthodologique des articles inclus dans notre revue systématique, afin d'en extraire les biais. Elle nous permet la sélection d'études de bonne qualité, ou du moins la mise en évidence de défauts méthodologiques. Elle comporte 11 items mais le score ramené sur 10. L'item 11 n'intervient pas dans la notation. Voici un résumé des cotations de nos études via l'échelle PEDro.

Auteurs et années	Items de l'échelle PEDRO											Score /10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Waldèn et al. (2012)	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	7/10
Zone dans le texte	Méthode	Méthode	Méthode (computer)	Table 2	Critère de jugement	Critère de jugement	Critère de jugement	(21% abandon) Résultats	Conformité	Efficacité du programme & table 4	Efficacité du programme & table 4	
Heidt et al. (2000)	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI	NON	4/10
Zone dans le texte		Méthode	Pas clairement mentionné	Non mentionné			Méthode	Table 3		Table 2, 3		
Söderman et al. (2000)	OUI	OUI	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	4/10
Zone dans le texte	Méthode	Méthode		Méthode & table 1						Résultats Table 3	Résultats Table 3	
Gilchrist et al. (2008)	OUI	OUI	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	4/10
Zone dans le texte	Méthode & intervention	Méthode		Résultats & Table 2						Résultats & Table 3	Table 3	
Mandelbaum et al. (2000)	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	5/10
Zone dans le texte	Méthode	Méthode	Méthode	Matériel et méthode (sujets)				Quality Assurance	Quality Assurance et Table 4	Résultats et table 2, 3, 4.	Table 2, 3, 4	

Tableau XII : Tableau de cotations des études à partir de l'échelle PEDro

Les cases orange correspondent aux items respectés dans l'échelle PEDro, tandis que les cases blanches correspondent aux items non respectés. En gris, est mentionnée la zone du texte dans laquelle est décrite la justification.

Cette échelle permet, en théorie, d'évaluer la qualité méthodologique d'un essai clinique randomisé. En revanche, l'article Mandelbaum et al. (2000) n'est pas un ECR, mais l'échelle a tout de même été utilisée car les informations contenues dans cet article se prêtent aux items de l'échelle.

Il est à noter qu'il faut prendre du recul sur le score de cette échelle. Elle attribue 3 items à l'aveuglement (des sujets, les examinateurs et les évaluateurs). Or, il est par exemple quasiment impossible de placer en aveugle les sujets sachants que la comparaison de chaque programme d'entraînement se fait avec une non-intervention : les groupes contrôles savent donc leur attribution par la force des choses.

Le score PEDro évalue la validité externe de l'étude (critère 1), sa validité interne (grâce aux critères 2 à 9), ainsi que la qualité de l'étude statistique (pour les items 10 et 11).

Cette échelle ne permet pas pour autant d'évaluer la validité des conclusions d'une étude : la conclusion d'une thérapeutique utile n'est pas forcément corrélée à un score élevé à l'échelle PEDro. [38]

3.2.2. Synthèse des différents biais identifiés

Les études présentées ont en commun la validation de l'item n°1 concernant les critères d'éligibilité, à l'exception de celle d'Heidt et al., critère n°2 sur la répartition aléatoire des groupes (sauf de l'étude de Mandelbaum et al. qui ne valide pas ce point).

Uniquement l'étude de Walden et al. valide le fait que la répartition ait respecté une assignation secrète (critère n°3 ; en l'occurrence ici grâce à un logiciel).

La similarité des groupes avant intervention, au regard des indicateurs pronostics les plus importants de l'item n°4, est respectée par 4 des 5 études : En effet, Heidt et al. ainsi que Mandelbaum et al., ne mentionnent pas dans leurs études les tableaux de comparaison des groupes intervention et témoin, mais cette dernière décrit en une phrase le fait que les groupes sont similaires.

Aucun des essais ne valide les critères n°5 et 6 concernant l'assignation des sujets et des thérapeutes en aveugle, ce qui semble cohérent au vu de l'intervention (qui se fait de façon autonome) et du contrôle qui constitue une non-intervention : il est donc difficile de placer les sujets en aveugle, étant à l'origine de leur propre intervention.

Seulement deux essais ont placé leurs examinateurs en aveugle, Walden et al. ainsi que Heidt et al. (Critère n°7), et uniquement les articles de Heidt et al. et Mandelbaum et al. ont obtenu des mesures pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes pour un des critères de jugement essentiels (critère n°8).

Seule l'étude de Heidt et al. ne valide pas le dernier critère à savoir : « pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité » (cf. ANNEXE n°2)

Le critère n°9 qui mentionne que les sujets pour lesquels les résultats sont disponibles ont reçus le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle ou ont été analysé « en intention de traiter » est validé à l'unanimité, comme l'item n°10 correspondant à l'indication des résultats des comparaisons intergroupe pour au moins un des critères de jugement essentiels.

Cette échelle met donc en exergue les potentiels risques de biais suivants :

Auteurs et année	Biais des études			
	Sélection	Suivi	Évaluation	Attrition
Walden et al. (2012)		X	X	X
Heidt et al. (2000)	X	X	X	
Soderman et al. (2000)	X	X	X	X
Gilchrist et al. (2008)	X	X	X	X
Mandelbaum et al. (2000)	X	X	X	

Tableau XIII : Tableau récapitulatif des risques de biais

Un biais de sélection est considéré dans les études précédentes, si, par exemple, elles ne respectent pas une assignation secrète ; un biais de suivi ou d'évaluation, si l'étude n'est pas réalisée en double aveugle (sujets expérimentaux ainsi que les examinateurs sont tous deux en aveugles) ; enfin, un biais d'attrition dans le cas de présence de perdus de vue dans l'étude.

Le détail des biais rencontrés est susmentionné dans la partie Méthode (évaluation du risque de biais). Les études incluses comportent toutes des risques de biais à plusieurs niveaux.

Le biais de publication n'est pas évalué ici compte tenu du très faible nombre d'articles intervenant dans la revue ici présente. En effet, il aurait fallu 10 études au minimum pour évaluer ce risque de biais.

3.3. Effets des interventions sur nos critères de jugements

Notre revue a pour objectif d'évaluer l'efficacité de programmes de prévention sur les lésions du ligament croisé antérieur chez la footballeuse féminine. Cette partie développera les résultats obtenus dans chacune de ces études à la suite des différents programmes de prévention proposés.

Afin d'évaluer l'effet de ces programmes sur nos critères de jugement, nous nous référerons à leurs significativités statistiques, avec « p-value » de 0,05 et un intervalle de confiance à 95%. Une « p-value » inférieure à 0,05, indique que les résultats sont interprétables car elle donne 95% de chance que les résultats soient liés à la qualité de l'intervention et non au hasard, permettant de rejeter l'hypothèse nulle.

Dans ce cas, les résultats sont statistiquement significatifs et la taille de l'effet peut être interprétée.

De plus, un intervalle de confiance, lorsqu'il est mentionné, nous fournit une information concernant la représentativité de la population. Ce dernier ne doit pas contenir la valeur « 0 » à ses bornes, car dans ce cas-là les résultats ne seraient pas statistiquement significatifs.

Le calcul du pourcentage de réduction de blessures induite par les programmes se calcule via la formule suivante²⁵ :

$$\begin{aligned}
 & \text{Pourcentage de réduction} \\
 &= \frac{(\text{Taux de blessure groupe contrôle} - \text{Taux de blessure groupe intervention})}{\text{Taux de blessure groupe contrôle}} \\
 &\times 100 = 1 - \text{Rate Ratio} \times 100
 \end{aligned}$$

²⁵ [Omni calculator – Calculateur de pourcentage de diminution](#) (25/04/2024)

Enfin, il est courant que les auteurs donnent un seuil d'efficacité clinique, c'est une valeur qui indique la « capacité d'un changement bénéfique d'une intervention donnée »²⁶. Elle est différente du seuil d'efficacité statistique qui est « le seuil à partir duquel les résultats d'un test sont jugés fiables »²⁷ et qui est strictement mathématique. Le résultat d'une intervention peut être statistiquement significatif sans être cliniquement significatif. Cependant, la réciproque ne s'applique pas.

3.3.1. Efficacité des programmes de prévention sur le risque de lésion du LCA

L'échelle PEDro a un rôle important à jouer dans cette partie puisque les critères 10 et 11 de cette dernière permettent d'attester si les « études contiennent suffisamment d'informations statistiques pour permettre une interprétation correcte des résultats » [38]. Il est à souligner qu'évidemment, la prise en compte d'autres facteurs est importante pour l'interprétation des résultats.

Walden et al. étudie l'effet d'un programme neuromusculaire pré-entraînement de 15 minutes 2 fois par semaine (comprenant stabilité du tronc et contrôle des genoux). Il compare ce programme à une non-intervention.

Concernant notre critère de jugement principal, on constate, après action du programme sur le groupe « intervention » une incidence de blessure du LCA de 7/2479 chez le groupe intervention (soit 0,28) contre 14/2085 (0,67) pour le groupe contrôle. On note donc une diminution du nombre de blessés, à la suite du programme de prévention avec un rapport de taux d'incidence de 0,36 [95 CI 0,15 – 0,85] et une valeur « p » de 0,02 et est donc statistiquement significative.

L'auteur ne mentionne pas de seuil de significativité clinique.

Puis, sur le même effectif précédemment mentionné des deux sous-groupes on compte 48 blessés du genou dans le groupe intervention contre 44 dans le groupe contrôle avec un rapport de taux de 0,92 [95 CI 0,61 – 1,40]. La valeur « p » est de 0,71 et est donc non statistiquement significative. Selon la première formule, on constate une diminution de **lésions du LCA** de **58%** contre environ **8%** de diminution de **blessures du genou**.

Or, l'article mentionne une diminution de 64% de lésions du LCA : Cela nous laisse à penser qu'il y a une erreur dans la valeur du rapport de taux (celle-ci vaudrait probablement 0,42 en appliquant la deuxième formule).

	Lésions du LCA	Pourcentage	Rapport de taux	Intervalle de confiance	Valeur « p »
Intervention	7/2479	0,28%	0,36	[95 CI 0,15 – 0,85]	0,02
Contrôle	14/2085	0,67%			

Tableau XIV : Tableau récapitulatif des données statistiques de blessures du LCA de Walden et al.

	Blessures du genou	Pourcentage	Rapport de taux	Intervalle de confiance	Valeur « p »
Intervention	48/2479	1,94%	0,92	[95 CI 0,61 – 1,40]	0,71
Contrôle	44/2085	2,11%			

Tableau XV : Tableau récapitulatif des données statistiques de blessures du genou de Walden et al.

Heidt et al. met en place un programme présaison nommé le « Frappier acceleration training program » de 20 séances étalées sur 7 semaines. Il est relaté dans l'article, une incidence d'1/42 blessure du LCA chez le groupe d'intervention (soit 2,4%) contre 8/258 (soit 3,1%). Aucune autre

²⁶ EUPATI – Efficacité Clinique (15/01/2024)

²⁷ Hubspot – Significativité statistique (15/01/2024)

donnée statistique n'est mentionnée dans l'article ; Il est donc impossible de déterminer l'intervalle de confiance. Une différence est donc présente entre les deux groupes mais il est impossible de déterminer si elle est statistiquement ou cliniquement significative, si cette différence est réelle ou due au hasard. Également, on note 7,14% (3 blessures) de blessures du genou dans le groupe intervention, contre 11,24% (29 blessures) dans le groupe témoin. Ces groupes sont identiques à ceux susmentionnés.

L'auteur ne mentionne pas de valeur « p » spécifique à nos critères de jugement, mais une **valeur « p »** globale relative à toutes les blessures qui est de **0,0085**. On constate une diminution de **lésions du LCA** d'environ **22,6%** contre environ **36,5%** de diminution de **blessures du genou**.

	Lésions du LCA	Pourcentage
Intervention	1/42	2,4%
Contrôle	8/258	3,1%

Tableau XVI : Tableau récapitulatif des données statistiques de lésions du LCA de Heidt et al

	Blessures du genou	Pourcentage
Intervention	3/42	7,14%
Contrôle	29/258	11,24%

Tableau XVII : Tableau récapitulatif des données statistiques de blessures du genou de Heidt et al.

Söderman et al. compare l'effet d'un entraînement supplémentaire de « Balance Board » (de 15 minutes tous les jours pendant 30 jours puis 3 fois par semaine le reste de la saison) à l'entraînement classique. En effet, l'article, dont le principal critère de jugement n'est pas la lésion du ligament croisé, donc qui ne s'attarde pas énormément sur les résultats à ce sujet, mentionne un taux de lésion de 6,5% environ chez le groupe intervention (4/62 ; en comptant les sujets blessés au niveau du LCA ainsi que ceux présentant à la fois une blessure du LCA et du LCM) contre environ 1,3% chez le groupe contrôle (1/78). Aucun intervalle de confiance ni écart type n'est mentionné. Même si nous ne disposons pas de données statistiques permettant d'affirmer ou de réfuter le fait que cette étude est statistiquement significative, on peut dire que cette étude aura au mieux démontré une inefficacité simple de ce type d'entraînement, au pire une inefficacité associée à une augmentation du risque de blessure. On compte 8 blessures (12,9%) au genou de façon générale dans le groupe intervention contre 6 (7,69%) dans le groupe contrôle.

	Lésions du LCA	Pourcentage
Intervention	4/62	6,5%
Contrôle	1/78	1,3%

Tableau XVIII : Tableau récapitulatif des données statistiques de lésions du LCA de Soderman et al.

	Blessures du genou	Pourcentage
Intervention	8/62	12,9%
Contrôle	6/78	7,69%

Tableau XIX : Tableau récapitulatif des données statistiques de Soderman et al.

Gilchrist et al. Étudie l'effet de l'échauffement « PEP » 3 fois par semaine pendant 12 semaines sur des joueuses d'une vingtaine d'années. Il nous partage les chiffres suivants : toutes lésions du LCA confondues, dans le groupe intervention on compte 0,199/1000 blessures (7/583), contre 0,340/1000

blessures (18/852) dans le groupe contrôle. La valeur « p » est de 0,198 ce qui est supérieure à la théorique à ne pas dépasser de 0,05, ainsi qu'une valeur critique Z de -1,29. Concernant les lésions du LCA sans contact, on a 0,057 blessures pour mille dans le groupe intervention (2/583) contre 0,189 blessures pour mille (32/852) avec une valeur de « p » de 0,066 ainsi qu'une valeur critique Z de -1,84. On constate une diminution de **lésions du LCA** d'environ **43%**.

	Ruptures avec et sans contact confondues				Rupture sans contact			
	Lésions du LCA	Pourcentage	Valeur critique Z	Valeur « p »	Lésions du LCA	Pourcentage	Valeur critique Z	Valeur « p »
Intervention	7/583	1,2%	-1,29	0,198	2/583	0,34%	-1,84	0,066
Contrôle	18/852	2,11%			32/852	3,76%		

Tableau XX : Tableau récapitulatif des données statistiques de Gilchrist et al.

Mandelbaum et al. ont étudié l'efficacité de « l'échauffement PEP » 3 fois par semaine sur 12 semaines pendant 2 saisons. Les résultats combinés des 2 saisons montrent un taux de lésion du LCA chez le groupe intervention de 0,318% (6/1885) contre 1,76% pour le groupe contrôle (67/3818) avec un risque relatif de 0,1814 et une valeur « p » inférieure à 0,001 (IC à 95% 0,03 – 0,48). On note donc pour la première année une **réduction de blessures du LCA de 88%** du groupe intervention comparé au groupe contrôle, ainsi qu'une réduction de **74% pour la deuxième année**. L'incidence des blessures était de 4,74/1000 dans le groupe intervention contre 18,3/1000 dans le groupe contrôle.

	Lésions	Pourcentage	Incidence des blessures	Risque relatif	Intervalle de confiance	Valeur « p »
Année n°1 : 2000						
Intervention	2/1041	0,19 %	1,9 ‰	0,114	[95 CI 0,03 – 0,48]	0,001
Contrôle	32/1905	1,68 %	16,8 ‰			
Année n°2 : 2001						
Intervention	4/844	0,474 %	4,74 ‰	0,259	[95 CI 0,09 – 0,73]	0,0045
Contrôle	35/1913	1,83 %	18,3 ‰			
Total des 2 saisons						
Intervention	6/1885	0,318 %	3,18 ‰	0,1814	Non précisé	<0,001
Contrôle	67/3818	1,76 %	17,6 ‰			

Tableau XXI : Tableau récapitulatif des données statistiques de Mandelbaum et al.

3.3.2. Calculs statistiques de chaque étude

○ **Waldèn et al. :**

Les pourcentages d'occurrence de blessures pour ces deux échantillons étant très faibles (respectivement 0,28% et 0,67% pour le groupe intervention et le groupe contrôle), nous n'utiliserons pas le test Z de comparaison de ces deux pourcentages : les conditions mentionnées dans la méthode ne sont pas respectées. Cependant, les effectifs théoriques étant tous supérieurs à 5, nous pouvons utiliser le test du Chi².

Démonstration du test :

Critère de jugement primaire : les blessures du ligament croisé :

	Nombre de lésions du LCA	Nombre de non-lésions du LCA	Total
Groupe intervention :	7	2472	2479
Effectif / Effectif Théorique	11,4	2467,6	
Groupe contrôle	14	2071	2085
Effectif / Effectif Théorique	9,6	2075,4	
Total	21	4543	4564

Tableau XXII : Tableau des effectifs théoriques de lésions du LCA de l'étude de Walden et al.

Calcul de la statistique du test :

$$\chi^2 = \sum \left(\frac{\text{Effectif théorique} - \text{Effectif observé}}{\text{Effectif théorique}} \right)^2 = \left(\frac{11,4 - 7}{11,4} \right)^2 + \left(\frac{9,6 - 14}{9,6} \right)^2 + \left(\frac{2467,6 - 2472}{2467,6} \right)^2 + \left(\frac{2075,4 - 2071}{2075,4} \right)^2 \cong 3,72$$

Lorsque nous nous référons à la table du Chi², au risque de 5% et pour 1 degré de liberté, on lit la valeur « 3,84 » comme chi² seuil. Chi² calculé < Chi² seuil et nous pouvons donc conclure au risque de 5% que la différence entre les pourcentages de lésions n'est pas significative et donc l'intervention est inefficace. Cependant, il est à noter qu'en prenant un risque de 10% (ce qui est relativement important), on trouve Chi² calculé > Chi² seuil et on conclut à l'efficacité de l'intervention.

Critère de jugement secondaire : les blessures du genou :

	Nombre de blessures du genou	Nombre de non-blessure du genou	Total
Groupe intervention :	48	2431	2479
Effectif - Effectif Théorique	49,9	2429,03	
Groupe contrôle	44	2041	2085
Effectif - Effectif Théorique	42,03	2042,97	
Total	92	4472	4564

Tableau XXIII : Tableau des effectifs théoriques de blessures du genou de l'étude de Walden et al.

Calcul de la statistique du test :

$$\chi^2 = \sum \left(\frac{\text{Effectif théorique} - \text{Effectif observé}}{\text{Effectif théorique}} \right)^2 = \left(\frac{49,9 - 48}{49,9} \right)^2 + \left(\frac{2429,03 - 2431}{2429,03} \right)^2 + \left(\frac{42,03 - 44}{42,03} \right)^2 + \left(\frac{2042,97 - 2041}{2042,97} \right)^2 \cong 0,0014 + 0,00000066 + 0,002 + 0,0000009 \cong 0,00334$$

Comme notifié ci-dessus, on lit la valeur « 3,84 » dans la table, comme étant la valeur du Chi² seuil. Chi² calculé < Chi² seuil et nous pouvons donc conclure au risque de 5% que la différence entre les pourcentages de lésions n'est pas significative et donc que l'intervention est inefficace pour prévenir des blessures du genou en règle générale.

o Heidt et al. :

Pour les critères de jugement primaires et secondaires, les conditions d'application du test Z (l'effectif multiplié par le pourcentage doit être supérieur à 5, or il est de 1,008 ici) et du test du Chi² (pour

lequel aucun effectif ne doit être inférieur à 5) ne sont pas remplies. Il est par conséquent impossible de réaliser l'un de ces deux tests. Les résultats de cette étude sont inexploitable sur le plan statistique.

○ **Soderman et al.** :

Pour les mêmes raisons que précédemment, aucun des tests statistiques n'est utilisable en ce qui concerne notre critère de jugement primaire ; nous pouvons cependant simplement constater de l'inefficacité du protocole dans la prévention des blessures du LCA : il y a plus de lésions dans le groupe intervention que dans le groupe contrôle.

Cependant, concernant notre critère de jugement secondaire qu'est « les blessures de genou », le test du Chi² est envisageable :

Critère de jugement secondaire : les blessures du genou :

	Nombre de blessures du genou	Nombre de non-blessures du genou	Total
Groupe intervention :	8	54	62
Effectif - Effectif Théorique	6,2	55,8	
Groupe contrôle	6	72	78
Effectif - Effectif Théorique	7,8	70,2	
Total	14	126	140

Tableau XXIV : Tableau des effectifs théoriques de blessures du genou de l'étude de Soderman et al.

$$\chi^2 = \sum \left(\frac{\text{Effectif théorique} - \text{Effectif observé}}{\text{Effectif théorique}} \right)^2 = \left(\frac{6,2-8}{6,2} \right)^2 + \left(\frac{55,8-54}{55,8} \right)^2 + \left(\frac{7,8-6}{7,8} \right)^2 + \left(\frac{70,2-72}{70,2} \right)^2 \cong 0,084 + 0,00104 + 0,0532 + 0,00066 = 0,139.$$

Comme dit précédemment, compte tenu du Chi² seuil qui est de 3,84, on trouve donc Chi² calculé < Chi² seuil ce qui nous amène à la conclusion qu'il n'y a aucun effet préventif du programme sur les blessures de genou de façon générale, au risque de 5%.

- **Gilchrist et al.** : Les conditions d'application du test Z sont remplies, cependant, comme l'étude de **Walden et al.** ne remplissait que les conditions pour le test du Chi², et afin de pouvoir les comparer nous utilisons ici aussi le test du Chi².

Démonstration du test :

	Nombre de lésions du LCA	Nombre de non-lésions du LCA	Total
Groupe intervention :	7	576	583
Effectif - Effectif Théorique	10,2	572,8	
Groupe contrôle	18	834	852
Effectif - Effectif Théorique	14,8	837,2	
Total	25	1410	1435

Tableau XXV : Tableau des effectifs théoriques de lésions du LCA de l'étude de Gilchrist et al.

$$\chi^2 = \sum \left(\frac{\text{Effectif théorique} - \text{Effectif observé}}{\text{Effectif théorique}} \right)^2 = \left(\frac{10,2 - 7}{10,2} \right)^2 + \left(\frac{14,8 - 18}{14,8} \right)^2 + \left(\frac{572,8 - 576}{572,8} \right)^2 + \left(\frac{837,2 - 834}{837,2} \right)^2 \cong 1,72$$

Pour un risque de 5%, et 1 degré de liberté, on lit dans la table du Chi² une valeur de 3,84. Chi² calculé < Chi² seuil, on peut donc conclure à une inefficacité du programme dans la prévention de blessure du LCA.

- **Mandelbaum et al** : le test du Chi² est réalisable et les conditions d'application du test sont remplies.

Démonstration du test :

	Nombre de lésions du LCA	Nombre de non-lésions du LCA	Total
Groupe intervention :	6	1879	1885
Effectif - Effectif Théorique	24,1	1860,9	
Groupe contrôle	67	3751	3818
Effectif - Effectif Théorique	48,9	3769,1	
Total	73	5630	5703

Tableau XXVI : Tableau des effectifs théoriques de lésions du LCA de l'étude de Mandelbaum et al.

$$\chi^2 = \sum \left(\frac{\text{Effectif théorique} - \text{Effectif observé}}{\text{Effectif théorique}} \right)^2 = \left(\frac{24,1 - 6}{24,1} \right)^2 + \left(\frac{48,9 - 67}{48,9} \right)^2 + \left(\frac{1860,9 - 1879}{1860,9} \right)^2 + \left(\frac{3769,1 - 3751}{3769,1} \right)^2 \cong 20,67$$

Pour un risque de 5%, et 1 degré de liberté, on lit dans la table du Chi² une valeur de 3,84. Chi² calculé > Chi² seuil, nous pouvons donc conclure que la réduction du nombre de lésion du LCA est dépendante de l'intervention et que ce programme présente une efficacité préventive au sujet de ces lésions. Par ailleurs, on constate que la conclusion reste identique au seuil d'1%, c'est-à-dire que si nous prenons encore moins de risque de nous tromper, nous arrivons toujours à une conclusion positive concernant ce programme.

3.3.4. Conclusions sur les résultats des études

Les diagrammes suivants permettent de récapituler les différents résultats observés et de les mettre en parallèle avec ceux des autres études. Le diagramme en barre permettent d'illustrer des résultats des variables quantitatives. [38]

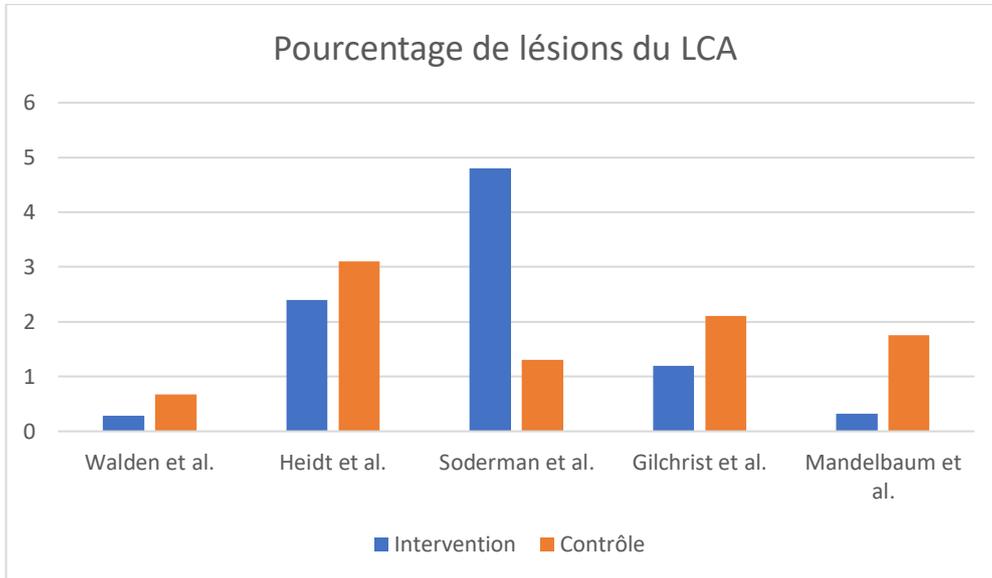


Figure n°15 : Diagramme en barre récapitulatif du taux de lésions du LCA des études.

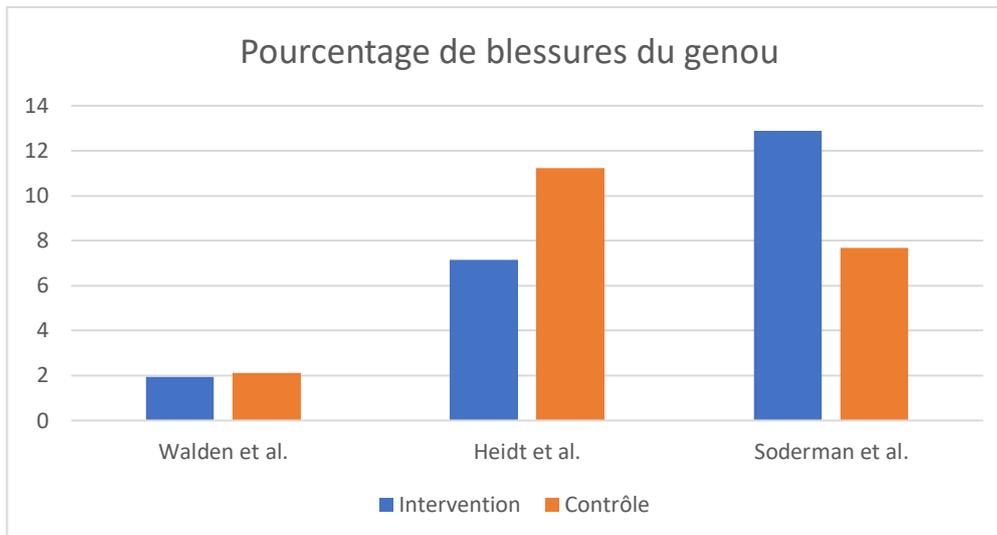


Figure n°16 : Diagramme en barre récapitulatif du taux blessures du genou des études concernées (critère de jugement secondaire).

4. Discussion

4.1. Analyse des principaux résultats

4.1.1. Étude de Walden et al.

4.1.1.1. Analyse de la population

L'étude est un essai Clinique randomisé en grappe qui concerne les équipes U14 à U18 (joueuses de 13 à 17 ans) du sud et du centre de la Suède. La randomisation a été effectuée par processus informatique et en aveugle. Elle a permis la création de deux groupes que sont le groupe intervention composé de 2479 joueuses et le groupe contrôle de 2085 joueuses. Le consentement de toutes les participantes a été obtenu. Dans le cas contraire, les joueuses ont été exclues de l'étude. Ont également été exclus les clubs n'ayant pas donné suite aux sollicitations, ainsi que les clubs qui effectuaient moins de deux entraînements par semaine.

Le choix de l'âge de la population semble pertinent dans la mesure où le football est chez les filles, largement développé à l'adolescence. En effet, d'après la FFF²⁸, il existe 118 864 joueuses de moins de 17 ans (U18 et moins) en France, contre 49 736 licenciées de 18 ans et plus (catégories Séniors et Vétérans). La part des mineures dans le football féminin est largement représentée. De plus, les lésions du LCA sont à 68% sans contact chez les adolescentes contrairement à 55% chez les adultes [39]. Il semble donc plus judicieux d'appliquer ce genre de programme sur des populations de joueuses de moins de 18 ans, afin de tenter d'agir sur les facteurs intrinsèques qui sont potentiellement modifiables. Il paraît intéressant d'intégrer à l'étude une large plage d'âges afin d'avoir un échantillon assez grand pour pouvoir observer une significativité statistique.

De plus, le fait que les auteurs aient choisi de recruter des groupes dans une zone géographique restreinte permet de diminuer les biais liés à l'organisation, la langue parlée, au suivi etc.

La randomisation en aveugle, comme ici, est importante afin de minimiser le risque de biais de sélection.

La taille de l'échantillon final est largement acceptable pour observer un effet s'il y a lieu de l'observer. Les critères d'exclusion semblent mesurés, puisque les athlètes effectuant moins de deux entraînements par semaine n'ont pas la même exposition que des joueuses avec 3 à 5 entraînements par semaine. Par conséquent, elles n'ont pas le même risque de lésion : l'exposition en termes de temps hebdomadaire est moindre, entraînant potentiellement moins d'occasion de se blesser ; cependant, dans une publication médicale de la FFF²⁹ on nous indique que le risque de blessure dépend majoritairement de la qualité des entraînements et de tous les acteurs mis en jeu autour du joueur plus que de la quantité. Ici, leur exclusion permet d'homogénéiser la population afin de diminuer le risque de biais plus tard dans l'étude. Mais, compte tenu des informations susmentionnées, il aurait pu être intéressant de sélectionner les équipes en fonction de leurs niveaux et des moyens externes adjacents mis en place, afin d'avoir un risque similaire de lésion du LCA entre les équipes.

4.1.1.2. Analyse des critères de jugement

Plusieurs critères de jugement sont intéressés dans l'étude :

Primaire :

- **Le taux de lésion sans contact du ligament croisé antérieur :** avec « sans contact » défini comme toute blessure survenant sans contact avec un objet ou un autre joueur, « lésion du LCA » toute blessure partielle ou totale, première ou récurrente, isolée ou associée à d'autres

²⁸ Statista – Nombre de licences féminines de la FFF (24/01/2024)

²⁹ FFF – Épidémiologie et football pdf (25/01/2024)

blessures du LCA, confirmée par IRM ou arthroscopie après diagnostic médical posé ou suspicieux.

Secondaires :

- **Le taux de blessures graves du genou :** entraînant une absence au jeu, supérieure à 4 semaines.
- **Les blessures aiguës du genou :** toute autre blessure du genou, survenant au jeu.

La surveillance de ces blessures était réalisée sur la base d'un questionnaire comprenant des notions élémentaires, de la présence des joueuses (enregistrée numériquement lors de chaque entraînement et match), ainsi que l'enregistrement des blessures par l'entraîneur. À la suite de cet enregistrement, le thérapeute de l'étude intervenait afin d'évaluer la blessure en personne et de l'enregistrer. Les médecins qui ont évalué le critère de jugement principal étaient en aveugle contrairement aux thérapeutes, joueurs et entraîneurs de l'étude.

Le processus d'évaluation des blessures semble rodé pour diminuer le risque de biais. L'arthroscopie, correspond aujourd'hui au gold standard dans l'évaluation paraclinique des lésions du LCA d'après plusieurs revues notamment celle de Pawel et al. [40] en 2022. Ils placent en seconde position le diagnostic IRM, par rapport au fait que sa précision dépend de « l'intensité du champ magnétique » [40]. Cependant, une sur les 21 joueuses mentionnées comme ayant eu une rupture du ligament croisé n'a pas eu de diagnostic paraclinique (IRM ou arthroscopique).

La présence d'un médecin en aveugle permet de réduire de risque de biais d'évaluation, ce qui apporte du poids à l'étude.

Cependant, les autres acteurs de l'essai n'étaient pas en aveugle pour des raisons évidentes. Nous comprenons que ce critère ne soit pas respecté dans la mesure où il est difficile de cacher l'attribution aux groupes de façon binaire : action versus inaction totale.

4.1.1.3. Analyse de l'intervention

L'intervention comprenait 5 minutes de course à faible intensité, suivie de 15 minutes d'échauffement neuromusculaire comprenant 6 exercices contrôle du genou et stabilité du tronc décliné en 4 niveaux de difficulté à raison de 2 fois par semaine durant toute une saison.

L'échauffement a été détaillé par deux des auteurs auprès de chaque entraîneur, et un CD leur a été fourni. Le détail de l'échauffement est présent en Table 1. Celui-ci fournit des informations concernant les exercices, le nombre de répétitions, de séries, les différents niveaux, ainsi que les instructions lors de chaque exercice.

Ici, il semble intéressant de diviser la réalisation en niveaux permettant à chaque joueuse d'évoluer à son rythme tout en les sollicitant chacune avec un maximum de difficultés, permettant le progrès.

La durée de l'intervention paraît également intéressante : un échauffement supérieur à 20 minutes serait contraignant et peut-être moins respecté ou plus bâclé ; Peut-être que la réalisation de cet échauffement avant chaque entraînement serait plus judicieuse afin de maximiser les effets potentiels du programme. Cependant, nous comprenons les choix des auteurs, qui ont certainement fixé ce nombre de séance afin que la totalité de l'échantillon dispose du même nombre d'intervention (comme le nombre d'entraînement diffère d'un club à un autre, le nombre d'échauffement serait lui aussi différent).

Le détail de l'échauffement auprès des entraîneurs paraît suffisant, cependant il y a eu deux visites inopinées par les auteurs. Le fait que ces visites ne soient pas prévues permet de vérifier que

l'entraînement est réalisé comme prescrit, cependant, le nombre de vérification est discutable. L'observance est à surveiller.

La prévention en thérapie active semble être la plus adaptée notamment à la prise en charge du sportif afin de reproduire au maximum ce qu'il peut rencontrer sur le terrain.

4.1.1.4. Analyse des résultats

On constate dans l'étude que la réalisation de ce programme engendre une diminution de 58% du risque de lésion sans contact du ligament croisé antérieur.

L'intervalle de confiance nous est fourni et est plutôt intéressant car il ne contient pas la valeur nulle. La valeur p est inférieure à 0,05. Toutes les données statistiques convergent vers une significativité statistique, sauf le test du Chi² qui démontre une non-significativité statistique au seuil de 5%. Cependant, si on augmente la prise de risque au seuil de 10%, alors nous pouvons dire que les résultats sont statistiquement significatifs.

Concernant la significativité clinique, aucun seuil n'a été mentionné dans l'étude. L'auteur mentionne cependant le fait que ces résultats sont à ses yeux cliniquement significatifs.

Nous restons donc sur la réserve concernant ces résultats qui semblent proposer des conclusions mitigées : les résultats sont à considérer avec recul.

Aussi, l'efficacité sur les critères de jugements secondaires semble non significative : Le test du Chi² évoque que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs. Nous pouvons donc dire que le programme d'échauffement neuromusculaire de Walden ne semble pas efficace dans la prévention du risque de blessure de genou.

Une significativité sur ces critères de jugements (primaires et secondaires) est observée seulement après analyse ajustée, selon les auteurs de cet article : Elles montrent une diminution de 83% du taux de blessures du LCA, ainsi qu'une réduction statistiquement significative des critères de jugement secondaires à hauteur de 82% pour le groupe intervention.

4.1.1.5. Balance cout/bénéfice/risque, conflits d'intérêts et sources de financement.

Cette étude est intéressante car elle met en place un programme de prévention active, qui s'ajoute à l'échauffement que les joueuses font en début de séance quoiqu'il arrive. Seule une rigueur est attendue, et elle n'est pas compliquée à mettre en place.

Concernant les couts, cette étude est peu onéreuse à réaliser ainsi que sa mise en place en pratique clinique, ce qui constitue là aussi un point positif ; En effet, les couts représentent la formation des entraîneurs, la distribution d'un CD-ROM, la surveillance des échauffements à raison de 2 fois par saison par équipe, la réalisation d'exams paracliniques de contrôle pour les sujets concernés.

L'absence de données statistiques probante est regrettable car elles permettraient l'inclusion dans une méta-analyse, permettant de mettre en comparaison nos différents résultats.

La technique d'échauffement neuromusculaire en elle-même semble être la plus pertinente à investiguer en ce qui concerne le champ de la prévention, pour ses qualités de lien entre la plasticité cérébrale et la plasticité musculaire.

Cependant, aucune autre étude, à notre connaissance, correspondant à nos critères de jugement ainsi que notre population, n'a été réalisée sur ce programme spécifiquement.

Enfin, l'étude mentionne qu'il n'y a pas de conflit d'intérêt particulier, mais des sources de financement diverses : Swedish Football Association, Folksam Insurance Company, Swedish National Centre for Research in Sports, Hässleholm.

4.1.2. Étude de Heidt et al.

4.1.2.1. Analyse de la population

Cette étude concerne elle aussi les joueuses des équipes U14 à U18. Pour les raisons susmentionnées, cette tranche de population semble pertinente à étudier. Cependant, le nombre de sujets composant les groupes intervention et contrôle n'est pas comparable : parmi les 300 joueuses de l'étude, 42 ont été sélectionnées pour participer au programme tandis que les 258 autres appartiennent au groupe contrôle. L'écart entre les deux groupes est très important et suggère un risque de biais dans l'étude. Ce point semble très négatif et plutôt en la défaveur de l'article puisque les groupes, bien que comparables qualitativement, ne le sont pas quantitativement. Cependant, une attribution aléatoire aux groupes est présente, ce qui fait pencher la balance vers le positif ; Aussi, aucun niveau de football n'est mentionné dans l'étude. L'appréciation du niveau des joueuses permettrait de remettre dans le contexte ainsi que de pouvoir plus aisément transposer à la réalité du terrain ainsi qu'à la pratique clinique.

4.1.2.2. Analyse des critères de jugement

- **Primaire** : le taux de blessures des membres inférieurs : tout type de blessure, classé en fonction de la localisation (genou, cheville, autre)
- **Secondaire** : blessures du genou (LCA, LCM, atteinte méniscale, bursite, subluxation de la rotule etc.)

Une blessure, c'est-à-dire une lésion entraînant une impossibilité de participer à un entraînement ou un match, était déclarée par l'entraîneur dans un rapport, stipulant le type de blessure, le mécanisme, la gravité, l'événement, et le type de chaussures portées. Le nombre de matchs ou d'entraînements manqués déterminait la gravité de la blessure.

Aucun diagnostic médical clinique ou paraclinique n'est mentionné dans l'article, c'est-à-dire qu'aucune personne autre que le coach ne diagnostiquait les blessures. Ce recueil des blessures paraît biaisé dans la mesure où l'entraîneur n'a pas les compétences nécessaires à l'établissement d'un diagnostic, et qu'aucune vérification paraclinique par gold standard ou autre n'a été mis en place. Il en est dommageable car les données sont sujettes à de nombreux biais. Quand bien même les données montreraient une efficacité clinique du programme, celles-ci seraient à interpréter avec du recul.

4.1.2.3. Analyse de l'intervention

L'intervention constitue un programme d'entraînement présaison : le « Frappier acceleration training program » de 20 séances sur 7 semaines personnalisées en fonction des forces et des faiblesses de chacune. Celui-ci combine entraînement cardio-vasculaire, force, pliométrie, souplesse, ainsi qu'exercices à la corde. Les exercices ont été complexifiés en 4 niveaux au cours des 7 semaines.

Un consentement écrit a été recueilli auprès de chacune des participantes.

Les joueuses ont été testées sur certaines compétences propres au football (notamment le saut vertical et le sprint de 10 mètres...) avant et après réalisation du programme.

Les examens physiques préalables et suivant le programme sont intéressants afin d'observer une amélioration de ces compétences. Quand bien même le programme ne démontrerait pas d'intérêt dans l'amélioration du risque de blessure, il pourrait montrer une amélioration de ces paramètres qui joueraient indirectement sur l'incidence des blessures.

Le programme en lui-même semble intéressant puisqu'il est holistique et non centré sur une seule compétence. Il se rapproche du sport que pratiquent les sujets : exercices en dynamique et en pliométrie, course etc.

La question se pose tout de même concernant la durée du programme : sept semaines sont-elles suffisantes pour prévenir les blessures d'une saison entière ? La réalisation du programme au long cours, par exemple sur toute la saison, ne serait-elle pas plus pertinente ?

4.1.2.4. Analyse des résultats

Tout d'abord, les résultats présentés comprennent juste le nombre de sujets atteints en fonction de la structure atteinte, ainsi que le pourcentage associé. Aucun intervalle de confiance n'est mentionné ni aucune autre donnée statistique. Ce manque d'information est regrettable.

Par ailleurs, on observe un pourcentage moins élevé de blessures chez les sujets ayant réalisés le programme que chez le groupe contrôle : 2,4 contre 3,1%. Les résultats sont interprétables puisque la valeur « p » est inférieure à 0,05% (0,0085). Les résultats ne remplissent pas les conditions d'application du test du Chi², ce qui rend ces derniers statistiquement inexploitable. Il en est de même pour les critères de jugements secondaires.

Si l'on s'en tient simplement aux chiffres, nous pouvons nous questionner sur la réelle significativité du taux de réduction : 22,6% de réduction de lésions du LCA et 36,5% de réduction de blessures du genou ; L'auteur n'a pas mentionné de seuil de significativité clinique. Nous pouvons cependant dire que compte tenu du très faible pourcentage de réduction, additionné au fait que la population testée est largement inférieure en termes de nombre, à la population contrôle, et à la non-exploitable des résultats, qu'on ne peut ni affirmer ni infirmer que le programme est efficace pour prévenir les lésions du LCA.

4.1.2.4. Balance cout/bénéfice/risque, conflits d'intérêts et sources de financement.

Tel que décrit, le programme est sensé avoir une action sur la prévention des blessures du membre inférieur de façon générale. Sur le principe, il semble être plus intéressant à mettre en place qu'un programme qui n'aurait une action que sur les ruptures du ligament croisé.

De plus, le programme est intégralement en actif et basé sur les acquis et les niveaux des joueuses, ce qui est pertinent.

Cette étude ne représente pas un cout majeur compte tenu du fait qu'il n'y a pas de diagnostic médical. Le programme est facile à mettre en place en clinique, mais nous pensons qu'il serait plus pertinent de l'appliquer sur l'intégralité d'une saison.

Les données statistiques inexploitable ne permettent pas l'inclusion dans une méta-analyse.

Les auteurs ne mentionnent, ni la présence ni l'absence de conflit d'intérêt. Aucun auteur n'a reçu de financement.

4.1.3. Étude de Soderman et al.

4.1.3.1. Analyse de la population

L'étude concerne à la fin 140 footballeuses Suédoises volontaires de deuxième et troisième division. 62 joueuses font partie du groupe intervention et 78 du groupe contrôle. Elles étaient au départ 221, mais nous comptons 32 abandons externes, dû à l'arrêt du football au cours de la saison, et 27 abandons internes, dû à une exclusion de l'étude pour mauvaise observance des entraînements en balance board. Les exclusions semblent justifiées et diminuent le risque de biais.

Cependant, dans la partie discussion, les auteurs nous indiquent qu'un échantillon de 95 joueuses par groupe était nécessaire pour détecter un effet de 30 à 45%. Le problème étant le taux d'abandon de 37% qui n'avait pas été prévu. Mais ils nous indiquent que l'échantillon restant était « suffisant pour détecter une réduction de la fréquence des blessures de 12 à 30% »

Le même nombre de joueuses de division deux et trois sont représentées dans les deux groupes : contrairement aux précédentes études, celle-ci nous indique les niveaux des joueuses. Il est important d'avoir deux groupes comparables afin d'objectiver une potentielle efficacité.

La taille de l'échantillon semble suffisamment importante, les joueuses sont globalement bien réparties, même si un échantillon strictement identique permettrait une analyse statistique plus représentative in fine.

Le fait que le recrutement ait eu lieu sur base du volontariat est un facteur positif car les joueuses sont plus motivées à la réalisation des exercices qui, qui plus est, ont lieu à domicile en autonomie. Le facteur « autonomie » présent dans l'étude est regrettable car la surveillance du traitement ne peut pas avoir lieu de manière objective malgré le contact régulier des auteurs pour maintenir leur motivation. Les joueuses pouvaient également mentir ou modifier la réalité en grossissant le nombre d'entraînement réellement effectué.

Les caractéristiques des joueuses sont décrites en toute transparence dans la « table 1 », et semblent comparables entre les deux groupes.

Concernant la pertinence de l'âge de la population, les filles avaient entre 16 et 25 ans, ce qui est une plage d'âge supérieure à celles précédemment rencontrées dans les autres études. La moyenne d'âge est d'environ 20,5 ans (20,4 pour le groupe intervention et 20,5 pour le groupe contrôle). La part des mineures est plus représentée dans le football féminin, et l'incidence des lésions du croisé est plus importante chez cette partie de la population. Cependant, on compte tout de même 49 736 licenciées de 18 ans et plus (catégories Séniors et Vétérans) à la FFF, et 55% de ces lésions sont sans contact chez les majeures (comme précédemment indiqué) [39]. Leur inclusion dans l'étude semble moins pertinente que celle des mineures, mais tout de même très intéressante car le problème y est largement rencontré.

4.1.3.2. Analyse des critères des jugements

Pour rappel, ils sont les suivants :

- **Primaire** : la gravité des blessures
- **Secondaire** : le type de blessures et la localisation (pied, cheville, genou etc.)

Les blessures étaient prises en compte si elles entraînaient un arrêt de la pratique d'au moins 1 jour (un entraînement ou un match). Elles sont classées en trois parties : mineures (absence < 7 jours), modérées (de 7 à 30 jours) et majeures (>30 jours).

Les blessures ont été diagnostiquées par les auteurs, aucun gold standard n'est mentionné ce qui veut dire que certaines lésions ont potentiellement pu passer à l'as, et des lésions diagnostiquées cliniquement ont peut-être été surdimensionnées. Une deuxième vérification par un examen paraclinique aurait permis une meilleure objectivation, et par conséquent des résultats plus sûrs et interprétables. Nous pensons qu'une meilleure rigueur diagnostique diminuerait le nombre de biais et objectiverais les résultats cliniques.

Étant un critère de jugement secondaire, nous n'avons pas beaucoup de données concernant les lésions du LCA. Seule leur incidence au cours de la saison dans chacun des groupes nous est communiquée. D'autres valeurs comme un intervalle de confiance ou la valeur « p » serait appréciables pour analyser plus profondément les résultats.

4.1.3.3. Analyse de l'intervention

L'intervention était la suivante : programme d'entraînement supplémentaire sur plateforme instable, composé de 5 exercices d'appui unipodal (tous les jours pendant 30 jours, puis 3 fois par semaine pendant le reste de la saison. Il dure 15 minutes). Les exercices ont des niveaux de difficulté croissante (détaillée plus haut).

La réalisation du programme en dehors des phases d'entraînement présente un risque de mauvaise observance et réalisation : aucune surveillance n'est effectuée. Cependant, l'article [41] nous indique que l'intention de s'engager à suivre un programme est un des facteurs prédictifs d'adhérence aux exercices en autonomie à la maison. Également, la courte durée du programme facilite sa bonne conduite.

Concernant la base de l'intervention en elle-même, l'entraînement sur plateforme instable : l'étude [42] a évalué les effets de dix semaines d'entraînement sur surface instable sur les performances sportives. Les auteurs de cette dernière en sont arrivés à la conclusion que l'entraînement sur surface stable est plus efficace que sur la surface instable. Il est intéressant de travailler la notion de stabilité dans les mêmes conditions que celles imposées par le sport. Le football se pratique sur terrain stable (gazon ou synthétique). Les sources d'instabilités viennent plus du fait de l'appui unipodal lors du shoot par exemple, ou de déstabilisations externes comme des oppositions entre des joueuses, que du fait du terrain.

Il semblerait plus pertinent que le programme de prévention mette en jeu une surface stable ainsi que des potentielles déstabilisations externes afin de reproduire les joueuses sur le terrain.

4.1.3.4. Analyse des résultats

L'article a mis en valeur un nombre de lésions du LCA plus importante chez le groupe intervention que chez le groupe témoin : 4,8 contre 1,3%. Ce résultat prédirait que le programme ne présente pas d'intérêt dans l'objectif de prévention de rupture du ligament croisé antérieur.

Concernant les blessures de façon générale, il y a plus de blessures mineures (16) et modérées (14) chez le groupe témoin que chez le groupe contrôle (respectivement 12 et 8), mais moins de blessures majeures (1 chez le groupe témoin, et 8 chez le groupe contrôle). On pourrait donc potentiellement dire que ce programme présente une efficacité dans la réduction du risque de blessures mineures à modérées.

Le test du Chi² n'est réalisable uniquement pour les données concernant les blessures du genou, car seules ces données remplissent les conditions d'application.

Il révèle que le programme de balance board sur plateforme instable est complètement inefficace dans la prévention des blessures du genou.

Les données statistiques concernant les lésions du LCA sont inexploitable du fait qu'on ne puisse réaliser le test du Chi².

Il est intéressant de noter que les auteurs mettent en avant qu'aucune différence de blessure n'a été constatée au sein du groupe intervention entre celles qui ont respecté le nombre de réalisation du programme, et celles qui n'ont pas respecté les indications et qui se sont moins entraînées. Cette information fait tendre notre jugement vers une inefficacité de ce programme, que ce soit sur notre critère de jugement principal, que sur les autres types de blessures ainsi que leur fréquence.

Malgré le fait que ce programme de prévention ne démontre pas d'intérêt majeur, les données ne nous permettent pas de pour autant de prédire un effet négatif et délétère sur le croisé.

4.1.3.5. Balance cout/bénéfice/risque, conflits d'intérêts et sources de financement.

Étant donné les résultats, compte tenu du fait que l'intervention ne semble avoir aucun effet sur les critères de jugements, nous pensons que la réalisation de ce programme d'entraînement constitue une perte de temps ; temps qui pourrait être mis à profit d'un programme de prévention ayant fait ses preuves.

L'étude ne présente que très peu de coûts : les planches KAT2000 et la surveillance des auteurs ; aucun autre coût ne semble avoir été engagé notamment à visée diagnostique (IRM, arthroscopie, etc.). Cependant, cette planche reste un investissement obligatoire à l'élaboration du programme ce qui constitue une contrainte majeure pour l'inclusion dans la pratique clinique.

Il est intéressant d'analyser cette étude car elle va dans le sens des récentes recommandations qui indiquent que l'entraînement sur surface stable entraîne une meilleure activation musculaire que sur surface instable [43]. Même si cette étude ne concerne ni la prévention, ni le foot, elle est intéressante à transposer à l'idée que si un programme de prévention se situe sur terrain stable, l'activation musculaire sera meilleure et donc plus efficace que sur terrain instable.

L'article ne parle pas de conflit d'intérêt, ni de source de financement qui pourrait expliquer un intérêt particulier à défendre le programme.

4.1.4. Étude de Gilchrist et al.

4.1.4.1. Analyse de la population

L'étude de Gilchrist et al., étudie les footballeuses féminines de catégories U14 à U18. Le groupe intervention est composé de 26 équipes (583 joueuses), et 35 équipes (852 joueuses). L'échantillon semble suffisamment important pour observer une efficacité. L'âge de la population est pertinent comme précédemment mentionné (cf. Partie 4.1.1.1.).

Elles font toutes parties de la première division, ce qui est un facteur positif car elles ont toutes un niveau comparable, ce qui diminue le risque de biais. L'auteur justifie ce choix par rapport à la disponibilité des équipes et au matériel à disposition, ce qui semble aussi être un argument favorable.

L'assignation aux groupes a été faite au hasard, par randomisation. La randomisation est le mode d'assignation qui comporte le moins de risque de biais et de maximiser la comparabilité inter-groupe.³⁰

³⁰ [Institut National du Cancer – Randomisation](#) (01/02/2024)

Aucun tableau mentionnant les caractéristiques des joueuses de chaque groupe n'est indiqué dans l'étude ; nous ne pouvons pas nous assurer que les groupes soient comparables. Ils le sont d'après l'auteur mais cette information manque de détails. Il serait intéressant d'ajouter un tel tableau à l'étude afin de renforcer la fiabilité de l'étude.

Dans la discussion, les auteurs nous informent qu'il aurait fallu 100 équipes pour objectiver une efficacité (déterminé grâce à un calcul de puissance). L'échantillon est donc trop petit pour observer une incidence sur les lésions du LCA.

4.1.4.2. Analyse des critères de jugement

Les critères de jugements sont :

- **Primaires** : rupture du LCA sans contact ;
- **Secondaires** : aucun.

Le fait qu'il existe un seul critère de jugement permet de ne pas s'éparpiller et de se concentrer sur un facteur bien particulier. Néanmoins, chaque blessure au genou était signalée, afin de ne pas passer à côté d'une potentielle atteinte du croisé antérieur, ce qui est une bonne chose. Ils avaient défini la blessure du genou comme une blessure au niveau de la zone du genou nécessitant des soins ou entraînant un arrêt de la pratique. Ils ont classifiés les blessures en deux groupes : avec ou sans contact en fonction du rapport qui était fourni avec la blessure.

Le diagnostic était clinique, et en cas de suspicion, la confirmation se faisait soit par l'intermédiaire d'une IRM/arthroscopie, ou bien le diagnostic était posé lors de la visualisation directe de la rupture lors d'une intervention de reconstruction. Comme dit précédemment (cf. **partie 4.1.1.2.**), l'arthroscopie constitue le gold standard, suivie de près par l'IRM. Ces diagnostics paracliniques sont donc à ce jour les plus sûrs à mettre en place pour confirmer une lésion du LCA.

4.1.4.3. Analyse de l'intervention

Le programme de prévention en jeu ici est le programme PEP (Prevent injury and Enhance Performance Program). Sa réalisation qualitative est vérifiée par les entraîneurs. Des vidéos ainsi qu'un document explicatif, et du matériel adapté ont été donné à toutes les joueuses.

Ce programme est intéressant puisqu'il est actif et divisé en 5 parties :

- **Échauffement** : phase de préparation qui permet de préparer métaboliquement le muscle à l'activité physique ultérieure. En actif, il a pour objectifs d'augmenter : la température locale du muscle, le métabolisme musculaire, la vitesse de conduction des fibres musculaires, la température corporelle, les performances contractiles musculaires, une préparation mentale à l'exercice qui va suivre. Au contraire, l'échauffement passif induit des modifications sans utilisation de substrats énergétiques [44]. Aussi, l'échauffement entraîne une diminution de la viscosité de la synovie par échauffement local de l'articulation.³¹
- **Étirements** : leurs objectifs ne sont pas un gain de souplesse mais plutôt un « conditionnement des chaînes musculaires dans les amplitudes nécessaires, spécifiques à l'activité préparée ». ³⁰
- **Renforcement** : permet l'amélioration de la stabilité ainsi que de la force musculaire des membres inférieurs.³²

³¹ [Decathlon Olympique Moderne – Fiche santé « l'échauffement avant une épreuve sportive » \(05/02/2024\)](#)

³² [The Santa Monica Sports Medicine Research Foundation - Programme PEP pdf \(05/02/2024\)](#)

- **Pliométrie** : type de contraction divisé en plusieurs phases : une phase de pré-étirement en excentrique, une d’amortissement, et une de raccourcissement concentrique. Elle permet l’amélioration des performances de puissance d’un muscle, l’augmentation de la force maximale ainsi que de la vitesse d’accélération. Elle permet également d’améliorer la coordination musculaire [45].
- **Agilité** : qui consiste en l’utilisation d’exercices fonctionnels permettant de préparer le corps aux contraintes de l’activité demandée.

Dans la littérature, il est initialement décrit dans un ordre légèrement modifié : échauffement, renforcement, pliométrie, agilité, étirement. C’est un programme élaboré par Santa Monica Sport Medicine Research Foundation, en Californie aux Etats-Unis. Il dure 15 minutes et a été réalisé 3 fois par semaine lors de l’échauffement durant 12 semaines consécutives.

La Clinique du Coureur a établi un graphique sur la quantification du stress mécanique. Celui-ci indique qu’il faut un seuil de contraintes et de stress mécanique suffisamment important pour induire une adaptation corporelle. Il est intéressant de l’avoir à l’esprit surtout dans le cadre de programme de prévention puisqu’il est le prérequis à toute efficacité d’un tel programme : ce dernier a beau être bien construit, si la quantité de stress mécanique n’est pas suffisamment gérée, alors aucune adaptation physique n’aura lieu et par conséquent le programme ne pourra pas être efficace.

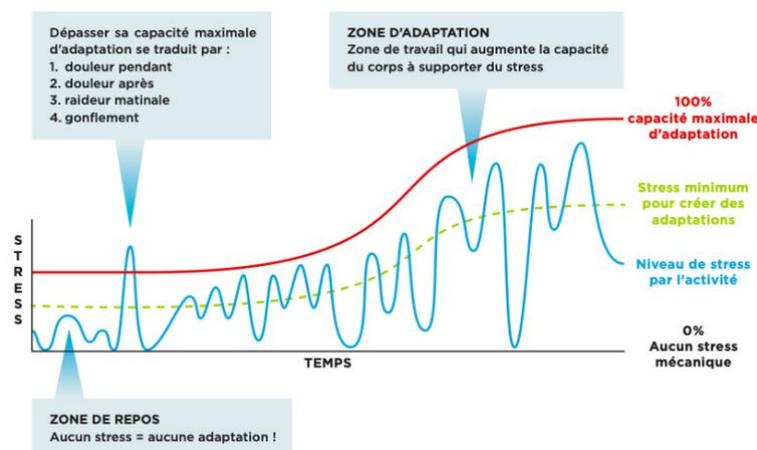


Figure 18 : Graphique de quantification du stress mécanique – Clinique du coureur³³

L’article [45] nous informe que lors d’un entraînement quelconque, c’est le système neuronal qui prédomine au cours des 6 à 8 premières semaines sans qu’il n’y ait pour autant de changement morphologique associé. C’est seulement par la suite que les changements morphologiques (comme l’hypertrophie) opèrent.

Aucun consensus n’est établi à ce jour, à notre connaissance, concernant la durée minimale efficace d’un programme de prévention. Cependant, cette information est importante car elle semble nous indiquer que pour qu’un programme puisse être efficace il faudrait environ 8 semaines sur le plan neurologique et une durée supérieure à 8 semaines pour commencer une adaptation tissulaire.

Le programme PEP semble être intéressant puisqu’il est assez holistique : il inclut de l’activation musculaire, des gestes proches de la pratique sportive, des étirements ;

³³ [Clinique du coureur – Qu’est-ce que le stress mécanique ?](#) (05/02/2024)

Dans le programme initial, tout est détaillé comme les objectifs de chaque exercice (cf. **Annexe 7**). L'étude nous le présente de façon moins précise : plus de précisions permettraient une réalisation plus optimale du programme et de réduire le risque de biais d'intervention.

4.1.4.4. Analyse des résultats

La similarité des groupes, aussi bien en termes de caractéristiques que de charge de jeu (entraînements, matchs), est un facteur positif dans la fiabilité des résultats. Le programme a été réalisé entre 12 et 37 fois (25,8 en moyenne). Dans le cas où le programme a été réalisé 12 fois, cela semble trop peu pour objectiver une efficacité quelconque.

Les auteurs montrent que le groupe intervention a nettement gagné dans les composantes de renforcement, de pliométrie et d'agilité en comparaison avec le groupe contrôle : le score était en moyenne de 18,4 unités pour le groupe intervention contre 1,1 unités pour le groupe contrôle. Le programme semble être efficace en ce qui concerne ces compétences, et cela suggère que les entraîneurs des clubs de football féminins de l'étude n'axent pas assez leur travail sur ces caractéristiques ; rien que pour cette raison le programme peut être pertinent à faire suivre aux athlètes.

Notre critère de jugement principal est celui qui a obtenu la plus grande différence entre les deux groupes : les ruptures de LCA ont eu lieu préférentiellement dans le groupe témoin ; cette différence est d'autant plus accrue si on regarde le taux de lésion sans contact du LCA. Ce point est intéressant puisque que l'action réelle d'un programme de prévention est basée sur des paramètres physiologiques, et non des facteurs extrinsèques comme des chocs, qui sont quasiment tous non modifiables puisque non prédictibles.

La table 3 de l'article nous présente les résultats ; on note, tout type d'exposition et de blessures confondues, une diminution de 43% de rupture du LCA chez le groupe intervention comparé au groupe contrôle, mais que les auteurs considèrent comme statistiquement non significative (sûrement lié à la valeur « p » trop élevée : 0,198).

Pour détailler les blessures sans contact :

- 0,057‰ ont eu lieu dans le groupe intervention contre 0,189‰ dans le groupe témoin, toute pratique confondue (P=0,066)
- 0‰ contre 0,074‰ chez les témoins lors des entraînements (P=0,83)
- 0,233‰ contre 0,564 ‰ lors des matchs (P=0,218)
- 0,088‰ contre 0,215‰ ont eu lieu tôt dans la saison (entre le début du programme et la cinquième semaine d'intervention (P=0,216)
- 0‰ contre 0,149‰ ont eu lieu plus tard dans la saison (entre la sixième et la onzième semaine) (P=0,83)

Malgré des résultats positifs, les valeurs P étant trop élevées, il est impossible de dire que ceux-ci sont statistiquement significatifs.

De plus, le test du Chi² réalisé met en évidence une inefficacité du programme sur le plan statistique. Nous ne pouvons donc pas conclure à un réel effet clinique.

Cependant, les résultats restent encourageants et suggèrent une efficacité potentielle du programme. Le fait que les blessures aient eu lieu préférentiellement au début de la saison pour le groupe intervention nous permet de formuler l'hypothèse que les changements musculosquelettiques et les

adaptations corporelles ont eu lieu après réalisations répétées du programme donc que ce dernier gagne en efficacité de façon concomitante à sa répétition.

Une des limites de l'étude est que les auteurs ne connaissent initialement pas les programmes d'échauffement qu'employaient les joueurs appartenant au groupe témoin. Comme ils le mentionnent dans la discussion, il est possible que les équipes appartenant à ce groupe utilisent des modes d'échauffement proches du programme de prévention mis en place dans le groupe intervention : afin de supprimer le doute, une enquête a été réalisée et aucun des exercices ne semblent avoir été effectué par le groupe témoin.

4.1.4.5. Balance coûts/bénéfices/risques, conflits d'intérêts et sources de financement.

Il est mentionné dans la discussion des articles qu'une fracture du tibia a eu lieu lors de la réalisation d'un saut. Il est important de mentionner qu'uniquement 1 événement indésirable a eu lieu sur les 583 athlètes ayant suivi le programme, ce qui est nettement négligeable. De plus, les sauts sont réalisés couramment lors des entraînements ou séances de rééducation. De ce fait, on peut supposer que cette blessure aurait pu avoir lieu à ce moment-là.

Le programme est facile à réaliser une fois démontré : il demande peu de matériel, peut être réalisé en autonomie, présente peu de risque, et ne coûte que très peu d'argent à mettre en place.

Compte tenu de l'amélioration des scores chez le groupe intervention, le programme paraît intéressant à mettre en place, quand bien même les résultats sur les lésions du LCA ne sont pas statistiquement significatifs. L'étude démontre tout de même une diminution de blessure du LCA de 41% ce qui est reste positif bien que sujet à débat.

L'étude mentionne qu'aucun auteur n'a de conflit d'intérêt. Ils sont tous employés par la Santa Monica Orthopedic and Sports Medicine Research Foundation pour le développement du programme (organisation qui fait donc partie des sources de financement) sans pour autant présenter un intérêt quelconque à l'issue positive de l'étude.

4.1.5. Étude de Mandelbaum et al.

4.1.5.1. Analyse de la population

La non-randomisation des effectifs de l'étude constitue sa principale limite. Elle est compréhensible dans la mesure où l'étude est considérée comme pilote et donne lieu à une deuxième étude qui, elle, est randomisée.

La population est donc similaire à l'étude de Gilchrist, en termes d'âge et de caractéristiques ce qui est positif.

Concernant le nombre de participants de l'étude, lors de la première année, 52 équipes (1041 joueuses) constituent le groupe intervention, contre 95 équipes (1905 joueuses) en témoins. Pour la deuxième, 45 équipes (844 joueuses) appartenaient au groupe intervention contre 112 équipes (1913 joueuses) témoins.

Les effectifs semblent importants mais pas suffisants pour traiter un programme de prévention de blessure du LCA. On peut dire cela grâce aux informations de l'article précédent qui indique qu'une population de 100 équipes aurait été nécessaire afin d'objectiver une efficacité.

4.1.5.2. Analyse des critères de jugement

Les critères de jugements sont strictement identiques à l'étude précédente.

Pour rappel :

- **Primaires** : rupture du LCA sans contact ;
- **Secondaires** : aucun.

Pour les mêmes raisons que précédemment citées, le critère de jugement unique semble intéressant pour mettre en valeur des résultats.

La confirmation du diagnostic est également faite par IRM ou arthroscopie.

4.1.5.3. Analyse de l'intervention

L'intervention est identique à l'étude précédente. Pour les mêmes raisons, le programme de prévention semble pertinent à mettre en place et à analyser.

4.1.5.4. Analyse des résultats

À la suite du programme, on note une incidence de blessure de 4,74 % chez le groupe intervention contre 18,3% chez le groupe témoin. La valeur p étant largement inférieure à 0,05, les résultats sont donc considérés comme statistiquement significatifs.

Le taux global de réduction de rupture du LCA est de respectivement pour la première et deuxième année de 88% et de 74% pour le groupe intervention comparé au groupe témoin (81% en moyenne).

Ces résultats sont décrits grâce au test du Chi² comme statistiquement significatifs ce qui converge vers une efficacité du programme PEP.

Le programme semble avoir fait ses preuves en termes de réduction du risque de lésion du LCA.

4.1.5.5. Balance coût/bénéfice/risque

On peut dire que la balance coût/bénéfice/risque est identique à celle de l'étude précédente : Ce programme demande peu de matériel, est réalisé en autonomie, et a toutes les chances de prévenir les lésions du LCA, et plus globalement des atteintes musculosquelettiques des membres inférieurs.

Comme mentionné dans l'article, certains auteurs semblent présenter des conflits d'intérêts dans la réalisation de cette étude. Nous ne connaissons ni les tenants, ni les aboutissants de cette déclaration mais celle-ci mérite d'être soulignée.

4.1.4. Bilan des cinq études

Les cinq articles portés à l'étude concernent quatre programmes de prévention différents.

Ils sont intéressants à comparer car proposent des populations de footballeuses d'âge similaires.

Pour les échantillons de population, l'étude d'Heidt et al. est celle qui possède le moins de sujets (300 joueuses au total). Les quatre autres ont des échantillons plus importants, mais l'étude de Gilchrist et al. suggère un échantillon très importants (100 équipes) pour espérer voir une différence significative sur les lésions du LCA. Seule l'étude de Walden et al. possède une taille de population qui rentre dans ce cadre.

La structure de chacune de ces études est identique : un programme de prévention, appliqué sur le groupe intervention, comparé à une non-intervention sur le groupe contrôle, c'est-à-dire aucune modification de leurs habitudes d'entraînement ou d'échauffement.

Les programmes mettent tous les quatre en jeu des mécanismes différents mais ont une entité commune : la prévention est active, c'est-à-dire que le programme est réalisé par les joueuses, utilisant l'activité musculaire, la mobilité, stabilité, contrôle etc.

L'étude de Mandelbaum et al. est le seul essai à ne pas être randomisé ce qui le met un peu à l'écart des autres. En effet, c'est une étude prospective qui précédait l'étude de Gilchrist et al. ce qui explique sa non randomisation.

Pour les outils d'évaluation, il existe un consensus qui place l'arthroscopie et l'IRM comme outil diagnostique de prédilection ; l'arthroscopie étant le gold standard. L'étude de Heidt et al. ainsi que celle de Soderman et al. sont les deux seules à ne pas mentionner de moyen diagnostique clinique fiable : les blessures sont enregistrées par les entraîneurs mais les auteurs laissent un flou concernant la fiabilité du diagnostic, et rendent les blessures assez subjectives (à l'appréciation des entraîneurs). Les trois autres études utilisent les gold standards de diagnostics. Ces disparités entraînent une difficulté de comparer les articles entre eux au sujet de l'évaluation.

Malheureusement, l'hétérogénéité des résultats ne permet pas la réalisation d'une méta-analyse : les programmes ne sont pas à comparer, seul le programme PEP a démontré dans une des études, son efficacité.

Les articles précédemment utilisés se rejoignent à propos de l'importance d'une bonne observance des programmes. L'autonomie est mise en valeur dans les cinq études et elle est le pilier de la fiabilité de ces dernières. Ils s'accordent à dire que le risque de blessure chez les femmes sportives est intimement lié à la charge hormonale que celles-ci subissent. La prévention est importante dans tout cadre et dans tout type de population, mais le risque est dûment accru chez les populations de sportives féminines d'où l'intérêt de cette revue.

Le fait de prévenir ces blessures grâce à des programmes comme ceux-là, qui ne présentent presque aucun coût financier, permettrait de faire des économies en santé (moins d'imagerie, moins de consultation médicale, moins de chirurgie de reconstruction, moins de rééducation, d'impact psychologique, etc.).

Aussi, certains supposent une action sur d'autres populations : chez les joueuses de handball ou de basketball par exemple, ou même sur des populations masculines.

Une seule retient notre attention, c'est celle de Mandelbaum et al. qui présente des résultats probants en faveur de l'utilisation du programme d'entraînement PEP.

Récapitulatif des coûts/bénéfices/risques de chacune des études :

	1 - Moment de réalisation	2 - Coût de la réalisation	3 - Littérature	4 - Conflits d'intérêts	5 - Spectre d'action	6 - Adaptation aux niveaux	7 - Évènements indésirables associés	8 - Effets	Total
Walden et al.									7/8
Heidt et al.									5/8
Soderman et al.									3/8
Gilchrist et al.									4/8
Mandelbaum al.									4/8

Tableau XXVII : Tableau récapitulatif des coûts/bénéfices/risques de chaque études

Dans ce tableau sont représentés les avantages et inconvénients de chacune des études. Il a été imaginé par l'auteur de cette revue systématique afin de représenter plus visuellement les coûts/bénéfices/risques de chacune des études.

En vert, sont notés les points qui représentent les avantages de chaque étude, en rouge les inconvénients, et en orange les items incertains ou non mentionnés dans l'article ou qui représentent un avantage relatif et non clairement défini.

Pour le critère 1, nous avons noté en vert les études qui avaient un programme réalisé lors de l'échauffement, en orange celles en dehors de l'échauffement réalisable « rapidement » (en 20 minutes ou moins mais en présaison ou en plus d'un entraînement) pour la « perte de temps » occasionnée. Auraient été notés en rouge les programmes à la fois longs et en dehors des périodes d'entraînement.

L'item « littérature » dépend du fait que les programmes employés sont en accord ou non avec la littérature et aux recommandations actuelles. Par exemple, l'étude de **Soderman et al.** est notée en rouge car le programme est exclusivement sur surface instable.

En ce qui concerne les conflits d'intérêts, ils sont notés en rouge s'ils sont présents et en orange s'ils ne sont pas mentionnés.

Le spectre d'action correspond au fait que les études évaluent l'action de leurs programmes sur les lésions du LCA ou sur plusieurs blessures de genou. Plus le spectre est large, et plus la réalisation du programme semble intéressante.

Le critère 6 concerne l'adaptation au niveau de chaque joueuse ou le fait que le programme possède plusieurs niveaux de difficultés à gravir.

Pour le critère 7, une case aurait été représentée en rouge si un événement indésirable important était arrivé lors de la réalisation de l'étude, donc si le programme présentait des risques. Nous mettons une case orange à l'étude de Gilchrist et al. car elle mentionne une fracture due à une chute durant la réalisation du programme, mais si on compare la quantité d'incidents à l'effectif total, celui-ci est minime, ce qui justifie que la case ne soit pas remplie en vert.

Enfin, le critère 8 parle des effets observés de chacun de ces programmes.

4.2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

L'intérêt de la revue est de pouvoir conclure ou non à une applicabilité des résultats de ces programmes en pratique clinique ; la question est : les résultats obtenus dans ces études sont-ils transposables à la réalité du terrain ? Pouvons-nous mettre en place ce genre de programmes dans notre pratique clinique et cela est-il pertinent ?

L'intérêt de mesures de prévention de blessures chez la footballeuse est clairement établi : elles sont sujettes aux blessures et la prévention ne fait pas assez partie de l'attirail de nos sportives.

La majorité des résultats présentés sont non statistiquement significatifs, il est donc compliqué de statuer en faveur de leur efficacité ;

Nous pensons que le programme de balance board est celui qui s'éloigne le plus de la pratique et qui présente les résultats les moins significatifs. Celui-ci serait le moins intéressant à mettre en place auprès des joueuses.

Les autres semblent montrer une efficacité importante mais sans significativité statistique. Nous pensons que leur mise en place peut être intéressante mais qu'il conviendrait de réaliser des études complémentaires récentes sur ces mêmes programmes afin d'obtenir une significativité statistique et de conclure ou non à leur efficacité. Seul le programme PEP dans l'étude de **Mandelbaum et al.** présente une significativité statistique et semble être cliniquement significatif.

Il est important d'analyser les avantages et les inconvénients de ces techniques : premièrement, elles sont à réaliser en autonomie par l'athlète, donc à son bon vouloir. Elles peuvent être chronophages si elles sont à réaliser en dehors des entraînements (comme le Frappier Acceleration Training Program en présaison ou le Balance Board Training pendant la saison mais hors entraînement).

Cependant, le programme PEP et l'échauffement neuromusculaire de **Walden et al.** peuvent-être inclus à l'échauffement donc peuvent en remplacer une partie de façon à ce que le temps d'entraînement ne soit pas impacté.

A priori, ces techniques ne présentent pas d'effet indésirable réel. Seule une fracture dans l'étude de **Gilchrist et al.** a été mentionnée mais aucun risque autre que celui rencontré lors de la pratique d'un échauffement classique au football ne semble être additionné. Cela est un point important car leur utilisation n'engendre pas de risque majoré de blessure.

Il existe une multitude de facteurs de risques (intrinsèques et extrinsèques) sur lesquels il convient d'agir en plus de programmes comme ceux-ci : les crampons, l'IMC, le sommeil, l'alimentation etc. [15] [18]

Il conviendrait d'avoir plus d'études avec des échantillons encore plus importants, ainsi que des résultats de meilleure qualité pour conclure à une réelle applicabilité clinique. Ainsi, la faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats.

4.3. Qualité des preuves

La qualité des preuves est évaluée grâce au système GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) : il note « la qualité des données probantes et la force des recommandations des revues systématiques et des guides de pratique clinique. »³⁴. Ces informations nous permettent par la suite de formuler des conclusions concernant les études incluses dans notre revue littérature.

La qualité des preuves est classée en quatre niveaux allant de « très faible » à « élevée ».

Le système de notation est le suivant : le premier critère de jugement concerne le type d'étude ; L'utilisation d'au moins un ECR dans la revue permet l'ajout initial de 4 points car ils sont considérés comme étant de haute qualité. Partant de cette base, le score varie de -2 à +2 en fonction de la qualité des critères suivant : biais, incohérence, imprécision, biais de publication, qualité de l'ensemble des

³⁴ Cochrane : <https://ccf.cochrane.org/ressources/grade> (17/04/2024)

preuves. Évidemment, la notation n'est pas absolue et il faut associer les conclusions des études aux caractéristiques des patients, à la balance cout/bénéfice/risque.³⁵

Le risque de biais est évalué globalement en prenant en compte tous les biais potentiels de chacune des revues ; **L'incohérence des données** est présente s'il existe une hétérogénéité dans les résultats, ou bien dans la population (population de départ non comparable), ou dans l'intervention (si les interventions ne sont pas administrées de façon identique à chaque sujet) ; **La précision des données** est évaluée grâce à l'intervalle de confiance, notamment à son étendue (plus l'intervalle sera vaste et plus l'imprécision sera élevée).³⁶ Enfin, les **biais de la publication** sont dus au fait que les auteurs favorisent des études ayant des résultats positifs³⁷ ou bien que les études présentent des spins, c'est-à-dire, que les auteurs présentent des résultats plus avantageux que ce qu'ils ne le sont réellement.³⁸

Trois facteurs que sont la force de l'association, le gradient dose-réponse ainsi que la présence de confusion sont susceptibles de faire augmenter la qualité des preuves des études observationnelles : nos études étant des ECR, ces critères ne les concernent pas.³⁹

		Critère de jugement principal : Lésions du LCA	Critère de jugement secondaire : Blessures du genou
	Nombre de participants (nombre d'études)	5051 participantes intervention, 7091 participantes contrôle (5 études)	2583 participantes intervention, 2421 participantes contrôle (3 études)
	Schéma d'étude	ECR ⊕⊕⊕⊕	ECR ⊕⊕⊕⊕
Facteurs susceptibles de faire diminuer la qualité des preuves	Risque de biais	-2	-2
	Incohérence des données	-2	-2
	Imprécision des données	-1	-1
	Biais de la publication	-1	Absent
Qualité de l'ensemble des preuves		Très faible	Très Faible

Tableau XXVIII : Tableau récapitulatif du système GRADE

A l'exception de l'étude de **Mandelbaum et al.**, les quatre autres études sont des ECR ce qui permet de comptabiliser 4 points de départ.

Concernant le risque de biais, il est très sérieux pour nos deux critères de jugements, notamment dû aux biais mentionnés dans le tableau 12 récapitulatif ou dans le score PEDro (le processus en aveugle n'est jamais respecté pour les critères 5 et 6, l'assignation secrète est respectée pour un seul des articles ce qui est un risque de biais de sélection etc.)

Il existe une « très importante » présence d'hétérogénéité dans nos résultats qu'ils concernent les blessures du LCA ou du genou ; ils ne convergent pas vers une conclusion systématique et l'absence de données statistiquement significatives pour quatre des cinq articles nous force à attribuer moins deux points à ce critère.

³⁵ [Cochrane - GRADE](#) (17/04/2024)

³⁶ [HYGIENES – Comment utiliser la méthode GRADE](#) (17/04/2024)

³⁷ [Minerva – Biais de publication](#) (17/04/2024)

³⁸ [Atlantico – Le spin](#) (17/04/2024)

³⁹ [HAS – Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique pdf](#) (17/04/2024)

L'imprécision des données est notée comme étant sérieuse pour nos deux critères de jugements, car nous ne possédons pas tous les intervalles de confiance. En revanche, ceux qui nous sont donnés sont considérés comme étant précis et peu étendus.

Enfin, concernant le biais de publication, il paraît « probable » pour le critère de jugement principal, à cause de l'étude de Gilchrist et al. qui formule des conclusions positives sans tenir compte de la non-significativité statistique : ceci constitue un spin.

Il est absent pour le critère de jugement secondaire : en effet les études conclues à une efficacité ou inefficacité de leurs programmes en mentionnant le fait que leurs résultats sont statistiquement non-significatifs.

Le niveau de qualité de départ est donc élevé, et si on décote nos points à l'aide des critères, nous arrivons à un niveau de preuve « très faible » pour le critère de jugement principal et pour le critère de jugement secondaire.

4.4. Biais potentiels de la revue

Pour donner une valeur à notre revue littérature, l'échelle « AMSTAR » (**annexe n°8**) a été utilisée. Elle permet l'évaluation des biais potentiels de la revue. Un tableau détaillé est présent dans l'**Annexe n°8.Bis** et reprend chacun des critères de la grille avec une justification associée.

Nous arrivons finalement à un total de **9/11** au score AMSTAR pour notre revue littérature. Seuls deux points pêchent : L'extraction des données a été réalisée à plusieurs (critère n°2) ; Les conflits d'intérêts de deux études, *Mandelbaum et al.*, ainsi que *Walden et al.*, sont présents et mentionnés, et ceux d'une étude, *Gilchrist et al.*, sont non mentionnés (critère n°11).

Ce score, respectable, n'indique pas pour autant que la revue est optimale. Nous nous sommes fiés aux critères de validation de chaque compétence mais il faut prendre du recul quant à leur appréciation.

4.5. Hypothèses d'amélioration de la revue

Concernant la structure de la revue ci-présente, celle-ci répond à plusieurs guides de recommandations permettant une certaine qualité méthodologique :

- Tout d'abord à l'échelle PRISMA. Cette dernière est annotée en annexe (cf Annexe 1) : les mentions « + » annotées en vert, correspondent à la validation du critère ; Les « - » signifient que l'item est partiellement validé ; enfin les « x » rouges nous permettent de savoir que le critère n'a pas été respecté lors de la réalisation de notre revue ;
- Puis au plan IMRaD⁴⁰, qui guide la structure des articles scientifiques. Les parties suivent donc un schéma bien particulier : introduction, Méthode, Résultats, Discussion, Conclusion.

Après réalisation de ce travail, nous pouvons le remettre en question et proposer des hypothèses d'axes d'amélioration, notamment concernant :

- **La faible qualité méthodologique des études :**

Premièrement, concernant les études incluses, le score moyen à l'échelle PEDro de ces dernières est de **4,8/10** ce qui est passablement correct : la moyenne est obtenue mais la qualité méthodologique des revues n'est pas optimale. Une meilleure qualité méthodologique apporterait du positif à notre revue : l'assignation en aveugle des thérapeutes et des sujets, bien que cela soit compliqué au vu de l'intervention, et le diagnostic paraclinique grâce à une imagerie ou une

⁴⁰ [MG TFE - Plan IMRaD](#) (15/02/2024)

arthroscopie dans toutes les études permettrait par exemple de diminuer le risque de biais et d'homogénéiser les études.

La totalité des **données statistiques** et des résultats n'a pas été clairement explicitée par les auteurs des différents articles. Ceci nous a mis en difficulté lors de l'analyse des données ; en effet, certains des auteurs se sont montrés très **succinct** dans la démonstration des chiffres ce qui complexifie notre analyse et lui fait perdre en pertinence. De ce fait, nous notons un biais dans la compréhension et l'analyse de ces derniers. De plus, les valeurs « p » de certains résultats sont trop importantes (supérieures à 0,05) et ne permettent pas une significativité statistique.

- **Trop peu d'articles correspondaient à nos requêtes :**

En effet, **aucune étude récente** (depuis 2020 par exemple) n'a été retrouvée dans la littérature pour nos critères de jugement et notre population concernée. En effet, en court d'étude, le 13 janvier 2024, des recherches avec les mêmes mots clés et équations de recherches précédemment utilisés ont été récidivées, afin de tenter de palier à ce manque. Les recherches étaient ciblées sur les études sorties entre 2023 et 2024. Aucune n'a retenu notre attention.

Des études plus récentes sur la prévention des lésions du LCA chez la jeune footballeuse, prenant en compte les problématiques émergentes et actuelles, permettraient de rajouter une forme de pertinence à notre travail. Afin de palier à cette difficulté, il aurait été intéressant d'élargir notre espace de recherches et de s'intéresser à d'autres **bases de données**, d'élargir notre **équation de recherche** (ajouter des mots clés pour préciser la recherche, ou bien rajouter des notions pour faire apparaître plus de « bruit »).

De plus, nous savons que les sports féminins sont en pleine **émergences**, mais que les études scientifiques qui leurs sont relatives restent bien trop restreintes. La **population** choisie, les footballeuses féminines, restreint quantitativement notre étude ; l'inclusion d'autres sports comme le basketball aurait permis d'avoir un nombre plus important d'étude et donc d'arriver à peut-être de meilleurs résultats, ou du moins de comparer d'autres programmes ou les mêmes programmes mais avec plus de données et par conséquent d'inclure le tout dans une **méta-analyse**.

- **Les facteurs limitant liés à l'auteur :**

Nous pouvons également ajouter à notre analyse critique, le fait que l'intégralité des articles étaient en **Anglais**. L'Anglais n'étant pas pleinement maîtrisé par l'autrice, compte tenu du fait que ce n'est pas sa langue natale. Par conséquent, il existe potentiellement un biais lié à l'interprétation des données ainsi qu'à leurs traductions.

L'étude a été réalisée par une seule autrice : le fait d'**écrire à plusieurs** permet d'émettre un regard critique, d'avoir des remises en question pluri-partites et par conséquent de renforcer l'étude.

- **Conflits d'intérêts et enregistrement de la revue :**

Aucun protocole n'a été employé pour la réalisation de cette étude. Elle bénéficie d'un **enregistrement** au titre d'un travail de fin d'études de Masso-Kinésithérapie.

Il est à noter qu'aucune source de **financement** n'a été utilisée pour cette revue systématique. De plus, **aucun conflit d'intérêt** n'est à déclarer.

- **La réalisation d'une méta-analyse :**

Celle-ci n'a **pas été possible** car les données récoltées dans chacun de nos articles étaient trop **hétérogènes**. Par conséquent, la réalisation d'une comparaison à l'aide de diagramme en forêt aurait été dénuée de sens. L'objectif d'une méta-analyse est de comparer des données statistiquement significatives afin d'en tirer une conclusion générale. Or, trop peu de nos données l'étaient.

5. Conclusion

5.1. Implication pour la pratique clinique

Walden et al. : L'échauffement neuromusculaire est proposé ici. La pertinence du fond de ce programme est tout à fait présente. Il est ressorti de ce programme une diminution du risque de lésions du LCA non statistiquement significative ou statistiquement significative au risque de 10%, ainsi qu'une inaction concernant les blessures de genou de façon générale.

Heidt et al. : L'entraînement présaison « Frappier Acceleration Training Program » semble présenter une diminution de blessures du LCA ainsi que du genou dans sa globalité. Cependant, les résultats ne sont pas considérés comme statistiquement significatifs. Le nombre très hétérogène de participants au sein de chacun des groupes en est en partie responsable.

Soderman et al. : L'étude démontre qu'il n'y a aucune efficacité clinique dans la réalisation du programme de Balance Board proposé sur surface instable. Tout nous pousse à tirer la conclusion que ce programme ne présente aucun intérêt à être réalisé à titre préventif pour ce genre de blessures.

Gilchrist et al. : Il est ressorti dans cette étude que le programme PEP semble présenter un effet dans la diminution des lésions du LCA ainsi que des blessures du genou en terme général. Le résultat n'est pas considéré comme statistiquement significatif pour autant. Nous émettons donc des réserves concernant l'utilité de la réalisation de ce programme dans cette étude particulièrement.

Mandelbaum et al. : Cette étude tente de démontrer l'efficacité du programme PEP, comme Gilchrist et al. En effet, les résultats nous dévoilent une efficacité statistiquement significative. Concernant la significativité clinique, aucun seuil n'est mentionné mais il semblerait que ce programme en présente une. Nous pensons que ce programme, dûment réalisé avec assiduité est efficace dans la diminution de blessure du LCA. Cependant, aucune action n'est démontrée sur la prévention des blessures de genou en général.

Conclusion générale de tous les articles :

La priorité des chercheurs ne va pas dans le sens de l'étude des footballeuses féminines, certainement pour des raisons financières, parce que le football féminin est beaucoup moins monétisé et médiatisé que le football masculin. Mais l'intérêt y est majeur : les sportives féminines ont plus de chance de se blesser de façon globale, due à des facteurs de risque posturaux (valgus majoré) ou hormonaux par exemple ; sont moins suivies que les garçons, le coût d'une imagerie en cas de suspicion, d'une chirurgie de reconstruction, d'un suivi médical et rééducatif représente des dépenses colossales en santé et facilement évitable par la mise en place de programmes qui demandent peu de ressources financières.

Même si ces programmes demandent encore à prouver leur efficacité et à faire leurs preuves, il n'en reste pas moins un intérêt dans la mise en place de programmes d'échauffement incluant de la prévention.

5.2. Implication pour la recherche

Le monde de la prévention s'ouvre peu à peu à la pratique en santé dans le monde : prévenir avant de devoir traiter.

Le centre d'évaluation et de recherche de la **FIFA** (Fédération internationale de football association ; cf. **Annexe n°4**) a élaboré en 2003 un programme d'échauffement complet qui agit autant qu'outil de

prévention de blessures. Il permet une activation musculaire optimale ainsi que des sollicitations articulaires adaptées. Il a été testé et approuvé entre 2004 et 2008.⁴¹

Le développement de programmes encadrés par des experts permet une avancée majeure dans le registre de la prévention de blessures. Ce programme a fait ses preuves en termes de prévention de blessures au sens large, puisqu'il réduit les blessures liées au sport chez les athlètes féminines jusqu'à un tiers. [46]

Ce programme présente l'avantage d'être un échauffement donc ne réclame pas d'investissement temporel en dehors de l'entraînement.

De plus, il semble intéressant de considérer le « RED-S » ou « Déficit Énergétique relatif au Sport » qui est une notion holistique révisée par le **CIO** (Comité International Olympique). En effet, cette notion est liée à « un déficit entre l'énergie que tu dépenses... et l'énergie que tu accumules... »⁴² ; Il est amplifié chez la jeune femme athlète, et est défini sous forme de triade : trouble de l'alimentation, cycles menstruels irréguliers et faible densité minérale osseuse. Cette triade peut conduire à plusieurs conséquences notamment des fractures de fatigue et un risque de blessure accru [47]. Il serait sans doute judicieux de dépister ces cas de déficits énergétiques afin de réorienter les sujets vers des thérapeutes compétents, et de mettre en place des actions de prévention de blessures.

Les blessures du ligament croisé antérieur constituent des dépenses énormes en matière de santé, mais plus que l'aspect financier, c'est l'aspect psycho-comportemental ainsi que corporel à court et long terme que nous souhaitons mettre en avant : une lésion du LCA entraîne un arrêt de la pratique sportive qui peut s'étaler sur plus d'un an, ayant des conséquences négatives sur la santé mentale par privation de pratiquer ; également, un sujet jeune ayant subi une blessure du LCA a dix fois plus de risque de développer de l'arthrose dégénératives dans les 10 à 20 années qui suivent cette dite blessure. Cela confronte les patients à des douleurs chroniques et à des incapacités de pratiquer certaines activités.

⁴¹ [Orthopédie Montpellier – Programme Fifa 11+](#) (10/03/2024)

⁴² [CHUV – Le syndrome du RED-S](#) (09/04/2024)

Bibliographie

- [1] Hägglund M, Atroshi I, Wagner P, Waldén M. Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: secondary analysis of an RCT. *Br J Sports Med* 2013;47:974–9. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2013-092644>.
- [2] Pappalardo L, Rossi A, Natilli M, Cintia P. Explaining the difference between men’s and women’s football. *PLoS One* 2021;16. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0255407>.
- [3] Owusu-Akyaw KA, Kim SY, Spritzer CE, Collins AT, Englander ZA, Utturkar GM, et al. Determination of the Position of the Knee at ACL rupture for Males versus Females by an Analysis of Bone Bruises. *Am J Sports Med* 2018;46:1559. <https://doi.org/10.1177/0363546518764681>.
- [4] Robles-Palazón FJ, López-Valenciano A, De Ste Croix M, Oliver JL, García-Gómez A, Sainz de Baranda P, et al. Epidemiology of injuries in male and female youth football players: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Heal Sci* 2022;11:681. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2021.10.002>.
- [5] Michel Dufour. *Antomie de l’appareil locomoteur*. vol. 1. 1981.
- [6] Genu Valgum - PubMed n.d. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32644670/> (accessed October 30, 2023).
- [7] Inaba HI, Arai MA, Watanabe WW. Influence of the Varus—Valgus Instability on the Contact of the Femoro-Tibial Joint. [Http://DxDoiOrgLamaUniv-AmuFr/101243/PIME_PROC_1990_204_229_02](http://DxDoiOrgLamaUniv-AmuFr/101243/PIME_PROC_1990_204_229_02) 1990;204:61–4. https://doi.org/10.1243/PIME_PROC_1990_204_229_02.
- [8] Atlas Netter d’anatomie humaine 8e édition n.d. <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/anatomie/atlas-netter-danatomie-humaine-8e-edition> (accessed October 27, 2023).
- [9] Dojcinovic S, Servien E, Selmi TAS, Bussière C, Neyret P. Instabilités du genou 2005:1–24.
- [10] Posture Proprioception Systèmes sensoriels n.d.
- [11] Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Cizek B, Williams A, Cizek B. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. *Bone Joint J* 2016;98-B:1020–6. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B8.37117>.
- [12] Mollis JM, Takai S, Adams DJ, Horibe S, Woo SLY. The Effects of Knee Motion and External Loading on the Length of the Anterior Cruciate Ligament (ACL): A Kinematic Study. *J Biomech Eng* 1991;113:208–14. <https://doi.org/10.1115/1.2891236>.
- [13] Woo SLY, Wu C, Dede O, Vercillo F, Noorani S. Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg Res* 2006;1:2. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-1-2>.
- [14] Yoo H, Marappa-Ganeshan R. *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Anterior Cruciate Ligament*. StatPearls 2023.
- [15] Tamalet B, Rochcongar P. *Revue du rhumatisme monographies* 83 (2016) 103-107 Épidémiologie et prévention de la rupture du ligament croisé antérieur du genou Anterior cruciate ligament of the knee: Epidemiology and prevention. *Rev Du Rhum Monogr* 2016;83:103–7. <https://doi.org/10.1016/j.monrhu.2016.01.004>.
- [16] Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clin J Sport Med* 2016;26:518–23. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000290>.
- [17] Maniar N, Cole MH, Bryant AL, Opar DA. Muscle Force Contributions to Anterior Cruciate Ligament Loading. *Sports Med* 2022;52:1737–50. <https://doi.org/10.1007/S40279-022-01674-3>.
- [18] Lardeaux J, Burg J, Lardeaux J, Cagnard F, Pitra P, Driessche J Van Den, et al. *HèSe De Doctorat* 2017:1–202.

- [19] Wojtys EM, Huston LJ, Boynton MD, Spindler KP, Lindenfeld TN. The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. *Am J Sports Med* 2002;30:182–8. <https://doi.org/10.1177/03635465020300020601>.
- [20] DeFroda SF, Bokshan SL, Worobey S, Ready L, Daniels AH, Owens BD. Oral contraceptives provide protection against anterior cruciate ligament tears: a national database study of 165,748 female patients. *Phys Sportsmed* 2019;47:416–20. <https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1600334>.
- [21] Cumps E, Verhagen E, Armenians L, Meeusen R. Injury rate and socioeconomic costs resulting from sports injuries in Flanders: data derived from sports insurance statistics 2003. *Br J Sports Med* 2008;42:767–72. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2007.037937>.
- [22] Myer GD, Sugimoto D, Thomas S, Hewett TE. The Influence of Age on the Effectiveness of Neuromuscular Training to Reduce Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes: A Meta-Analysis. *Am J Sports Med* 2013;41:203. <https://doi.org/10.1177/0363546512460637>.
- [23] Ekstrand J, Gillquist J, Liljedahl S-O. Prevention of soccer injuries Supervision by doctor and physiotherapist n.d.
- [24] 1+ MANUEL ProgrAMME d'échAUffEMENT coMPLEt PoUr réDUirE LE tAUx dE bLEssUrEs 2 n.d.
- [25] Quels sont les sports les plus pratiqués en France ? Découvrez le top 10 n.d. <https://www.ouest-france.fr/sport/quels-sont-les-sports-les-plus-pratiqués-en-france-decouvrez-le-top-10-a062e60c-ab79-11ed-b416-85851c2fbb45> (accessed October 27, 2023).
- [26] L'essai clinique contrôlé randomisé – Académie nationale de médecine | Une institution dans son temps n.d. <https://www.academie-medecine.fr/lessai-clinique-contrôle-randomisé/> (accessed October 19, 2023).
- [27] Study Details | Preventing Knee Injuries in Adolescent Female Football Players | ClinicalTrials.gov n.d. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT00894595> (accessed November 6, 2023).
- [28] Study Details | Preventing Injuries in Young Football Players | ClinicalTrials.gov n.d. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT05137015> (accessed November 6, 2023).
- [29] Coves-García A, Lozano-Quijada C, Poveda-Pagán EJ. Strategies for the prevention of anterior cruciate ligament injuries in female athletes with dynamic knee valgus: Systematic review. *Fisioterapia* 2023;45:273–89. <https://doi.org/10.1016/J.FT.2023.04.002>.
- [30] Knobloch K, Martin-Schmitt S, Gössling T, Jagodzinski M, Zeichen J, Krettek C. [Prospective proprioceptive and coordinative training for injury reduction in elite female soccer]. *Sportverletz Sportschaden* 2005;19:123–9. <https://doi.org/10.1055/S-2005-858345>.
- [31] LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim KY, Peng J, Christoffel KK. Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011;165:1033–40. <https://doi.org/10.1001/ARCHPEDIATRICS.2011.168>.
- [32] Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, Bond L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1769–74. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00616>.
- [33] Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2012;344. <https://doi.org/10.1136/BMJ.E3042>.
- [34] Heidt RS, Sweeterman LM, Carlonas RL, Traub JA, Tekulve FX. Avoidance of Soccer Injuries with Preseason Conditioning. <https://doi.org/10.1177/03635465000280050601> 2000;28:659–62. <https://doi.org/10.1177/03635465000280050601>.
- [35] Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: Prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2000;8:356–63. <https://doi.org/10.1007/S001670000147/METRICS>.
- [36] Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. A randomized

- controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med* 2008;36:1476–83. <https://doi.org/10.1177/0363546508318188>.
- [37] 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* 2005;33:1003–10. <https://doi.org/10.1177/0363546504272261/FORMAT/EPUB>.
- [38] Adrien Pallot. *Evidence Based Practice en rééducation*. Elsevier Masson 2019:191.
- [39] Chia L, De Oliveira Silva D, Whalan M, McKay MJ, Sullivan J, Fuller CW, et al. Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure Type. *Sports Med* 2022;52. <https://doi.org/10.1007/S40279-022-01697-W>.
- [40] Sokal PA, Norris R, Maddox TW, Oldershaw RA. The diagnostic accuracy of clinical tests for anterior cruciate ligament tears are comparable but the Lachman test has been previously overestimated: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2022;30:3287–303. <https://doi.org/10.1007/S00167-022-06898-4/FIGURES/2>.
- [41] Essery R, Geraghty AWA, Kirby S, Yardley L. Predictors of adherence to home-based physical therapies: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2017;39:519–34. <https://doi.org/10.3109/09638288.2016.1153160>.
- [42] Cressey EM, West CA, Tiberio DP, Kraemer WJ, Maresh CM. The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *J Strength Cond Res* 2007;21:561–7. <https://doi.org/10.1519/R-19845.1>.
- [43] Saeterbakken AH, Fimland MS. Electromyographic activity and 6RM strength in bench press on stable and unstable surfaces. *J Strength Cond Res* 2013;27:1101–7. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3182606D3D>.
- [44] McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Med* 2015;45:1523–46. <https://doi.org/10.1007/S40279-015-0376-X>.
- [45] Davies G, Riemann BL, Manske R. CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. *Int J Sports Phys Ther* 2015;10:760.
- [46] Mancino F, Kayani B, Gabr A, Fontalis A, Plastow R, Haddad FS. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: risk factors and strategies for prevention. *Bone Jt Open* 2024;5:94. <https://doi.org/10.1302/2633-1462.52.BJO-2023-0166>.
- [47] Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med* 2014;48:491–7. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2014-093502>.

Annexes

Annexe n°1 : Liste PRISMA 2020.

Annexe n°2 : Échelle PEDro – version Française.

Annexe n°3 : Système GRADE.

Annexe n°4 : Programme d'échauffement FIFA11+.

Annexe n°5 : Programme d'échauffement FIFA11+ kids.

Annexe n°6 : Exercice utilisant le « Sport Cord Drills ».

Annexe n°7 : Programme PEP – Prevent injury and Enhance Performance

Annexe n°8 : Échelle AMSTAR.

Annexe n°8.Bis : Tableau récapitulatif de l'échelle AMSTAR cotée sur notre revue.

Annexe n°9 : Table du Chi².

Annexe n°1 : Liste PRISMA 2020

Source : [http://prisma-](http://prisma-statement.org/documents/PRISMA_2020_checklist.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1)

[statement.org/documents/PRISMA_2020_checklist.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1](http://prisma-statement.org/documents/PRISMA_2020_checklist.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1) –
20/10/2023



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist Item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	+
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	+
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	+
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	+
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	+
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	+
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	+
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	+
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	+
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	+
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	+
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	+
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	✗
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (Item #5)).	+
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	+
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	+
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	+
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	+
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	+
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	+
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	+



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist Item	Location where item is reported
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	+
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	+
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	+
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	+
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	▬
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	+
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	▬
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	✗
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	✗
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	+
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	✗
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	+
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	+
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	+
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	+
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	+
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	+
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	✗
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	+
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	+
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	✗

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

Annexe n°2 : Échelle PEDro – version Française

Source : <https://pedro.org.au/french/resources/pedro-scale/> - 23/10/2023

Échelle PEDro – Français

- | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|-----|
| 1. les critères d'éligibilité ont été précisés | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement) | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 3. la répartition a respecté une assignation secrète | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 5. tous les sujets étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter" | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |

Annexe n°3 : Système GRADE.

Source : https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf - 23/10/2023

Tableau 44. Critères utilisés pour évaluer la sensibilité des systèmes de gradations des données scientifiques et des recommandations par le GRADE *working group* (18)

Critères appliqués pour grader à la fois le niveau de preuve et la force des recommandations	Cotation
1. Dans quelle mesure l'approche est applicable aux différents types de questions efficacité (en population), risques, diagnostic, pronostic ?	Non, pas sûr, oui
2. Dans quelle mesure le système peut-il être utilisé par différents publics : patients, professionnels, décideurs ?	Faible, certaine, large
3. Le système est-il clair et simple ?	Pas très clair, assez clair, très clair
4. Combien de fois une information non habituellement disponible sera-t-elle nécessaire ?	Souvent, quelquefois, rarement
5. Dans quelle mesure les décisions subjectives sont-elles nécessaires ?	Souvent, quelquefois, rarement
6. Y a-t-il des dimensions incluses qui ne sont pas prises en compte dans le niveau de preuve ou la force des recommandations ?	Oui, partiellement, non
7. Y a-t-il des dimensions importantes qui auraient du être incluses et qui ne l'ont pas été ?	Non, partiellement, oui
8. La manière dont les dimensions incluses sont agrégées est-elle claire et simple ?	Non, partiellement, oui
9. La manière dont les dimensions incluses sont agrégées est-elle appropriée ?	Non, partiellement, oui
10. Les catégories sont-elles suffisantes pour faire la distinction entre différents niveaux de preuve et forces des recommandations ?	Non, partiellement, oui
11. Quelle est la probabilité que le système réussisse à faire la distinction entre un niveau de preuve élevé et faible ou entre une recommandation forte et faible ?	Pas très probable, assez probable, très probable
12. Les évaluations sont-elles reproductibles ?	Probablement pas, pas sûr, probablement

Annexe n°4 : Programme d'échauffement FIFA11+ :

Source : <https://www.orthopedie-montpellier.fr/programme-fifa-11/> - 25/10/2023

11+

1^{ERE} PARTIE EXERCICES DE COURSE - 8 MINUTES

<div style="text-align: center; font-weight: bold;">1 COURSE TOUT DROIT</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">2 COURSE HANCHES VERS L'EXTÉRIEUR</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">3 COURSE HANCHES VERS L'INTÉRIEUR</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>
<div style="text-align: center; font-weight: bold;">4 COURSE CERCLES AUTOUR DU PARTENAIRE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">5 COURSE SAUT ET CONTACT ÉPAULE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">6 COURSE COURSE RAPIDE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>

2^E PARTIE FORCE · PLIOMÉTRIE · ÉQUILIBRE · 10 MINUTES

<div style="text-align: center; font-weight: bold;">LEVEL 1 7 LE BANC STATIQUE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">LEVEL 2 7 LE BANC UNE JAMBE APRÈS L'AUTRE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">LEVEL 3 7 LE BANC TENIR UNE JAMBE LEVÉE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>
<div style="text-align: center; font-weight: bold;">8 PLANCHE LATÉRALE STATIQUE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">8 PLANCHE LATÉRALE SOULEVER ET ABAISSER LES HANCHES</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">8 PLANCHE LATÉRALE AVEC JAMBE LEVÉE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>
<div style="text-align: center; font-weight: bold;">9 ISCHIO-JAMBIERS DÉBUTANT</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">9 ISCHIO-JAMBIERS INTERMÉDIAIRE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">9 ISCHIO-JAMBIERS AVANCÉ</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>
<div style="text-align: center; font-weight: bold;">10 ÉQUILIBRE SUR UNE JAMBE TENIR LE BALLON</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">10 ÉQUILIBRE SUR UNE JAMBE ENVOYER LE BALLON AU PARTENAIRE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">10 ÉQUILIBRE SUR UNE JAMBE TESTER SON PARTENAIRE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>
<div style="text-align: center; font-weight: bold;">11 ACCROUISSEMENTS EXTENSION SUR LA POINTE DES PIEDS</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">11 ACCROUISSEMENTS FENTES AVANT DYNAMIQUES</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">11 ACCROUISSEMENTS SUR UNE JAMBE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>
<div style="text-align: center; font-weight: bold;">12 SAUTS SAUTS VERTICAUX</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">12 SAUTS SAUTS LATÉRAUX</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">12 SAUTS SAUTS EN CROIX</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>

3^E PARTIE EXERCICES DE COURSE - 2 MINUTES

<div style="text-align: center; font-weight: bold;">13 COURSE TRAVERSÉE DE TERRAIN</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">14 COURSE FOULÉE BONDISSANTE</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>	<div style="text-align: center; font-weight: bold;">15 COURSE CHANGEMENT DE DIRECTION</div> <p>Précautions : courir de face à la ligne de départ. Le joueur doit être prêt à l'avance. Courir droit pendant 10 secondes. Répéter pendant 20 secondes. 2 séries.</p>
---	---	--

Annexe n°5 : Programme d'échauffement FIFA11+ kids :

Source : <https://footballnsw.com.au/wp-content/uploads/2019/04/FIFA-11-Kids.pdf> - 25/11/2023

EXERCISE 1
JOG & LOOK AT THE COACH (TO STOP)

- 1. Jog to the command
- 2. Jog to the command
- 3. Jog to the command
- 4. Jog to the command
- 5. Jog to the command

EXERCISE 2
SKATING HOP

- 1. Skating to the command
- 2. Skating to the command
- 3. Skating to the command
- 4. Skating to the command
- 5. Skating to the command

EXERCISE 3
ONE LEG STANCE

- 1. Jog to the command and balance on your right leg
- 2. Jog to the command and balance on your left leg
- 3. Jog to the command and balance on your right leg
- 4. Jog to the command and balance on your left leg
- 5. Jog to the command and balance on your right leg

EXERCISE 4
PUSH UP

- 1. Jog and do push-ups in the set time (30 sec)
- 2. Jog 30 seconds
- 3. Jog 30 seconds
- 4. Jog 30 seconds
- 5. Jog 30 seconds

EXERCISE 5
ONE LEG HOPS

- 1. Skips on right leg until legs crossed
- 2. Skips on right leg until legs crossed
- 3. Skips on right leg until legs crossed
- 4. Skips on right leg until legs crossed
- 5. Skips on right leg until legs crossed

EXERCISE 6
SPIDERMAN

- 1. Jog 30 seconds
- 2. Jog 30 seconds
- 3. Jog 30 seconds
- 4. Jog 30 seconds
- 5. Jog 30 seconds

EXERCISE 7
ROLL OVER

- 1. Jog 30 seconds
- 2. Jog 30 seconds
- 3. Jog 30 seconds
- 4. Jog 30 seconds
- 5. Jog 30 seconds

FIFA 11+ KIDS

FIFA

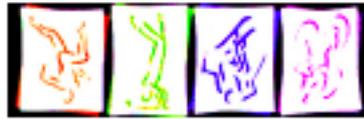
Annexe n°6 : Exercice utilisant le « Sport Cord Drills » :

Source : <https://www.acefitness.org/resources/pros/expert-articles/5682/5-speed-cord-band-drills/> - 14/12/2023



Annexe 7 : Programme PEP - Prevent injury and Enhance Performance.

Source : <https://ubortho.com/wp-content/uploads/2020/01/pep-program.pdf> - 05/02/2024



The Santa Monica Sports Medicine Research Foundation
The PEP Program: Prevent injury and Enhance Performance

This prevention program consists of a warm-up, stretching, strengthening, plyometrics, and sport specific agilities to address potential deficits in the strength and coordination of the stabilizing muscles around the knee joint. It is important to use proper technique during all of the exercises. The coaches and trainers need to emphasize correct posture, straight up and down jumps without excessive side-to-side movement, and reinforce soft landings. This program should be completed 3 times a week. If you are using this program with athletes that are twelve or under, please perform the plyometrics over a visual line on the field or a flat 2" cone and land each jump with two feet. Do not perform single leg plyometrics with young individuals until they demonstrate substantial control. (see addendum) The field should be set up 10 minutes prior to the warm-up. This will allow for a smooth transition between the activities. A sample field set-up has been included in your packet.

This program should take approximately 15 - 20 minutes to complete. However, when you first begin the program, it may take slightly longer due to the fact that you must first become well acquainted with the program and the transitions. Along side each exercise you will notice a box with the approximate amount of time that should be spent on each activity. This will serve as a guideline to you in order to conduct your warm-up in a time efficient manner.

Section I: Warm – up

Warming up and cooling down are a critical part of a training program. The purpose of the warm-up section is to allow the athlete to prepare for activity. By warming up your muscles first, you greatly reduce the risk of injury.

- A. Jog line to line (cone to cone): Elapsed Time: 0 - .5 minute
Purpose: Allows the athletes to slowly prepare themselves for the training session while minimizing the risk for injury. Educate athletes on good running technique; keep the hip/knee/ankle in straight alignment without the knee caving in or the feet whipping out to the side.
Instruction: Complete a slow jog from near to far sideline
- B. Shuttle Run (side to side) Elapsed Time: .5 to 1 minute
Purpose: engage hip muscles (inner and outer thigh). This exercise will promote increased speed. Discourage inward caving of the knee joint.
Instruction: Start in an athletic stance with a slight bend at the knee. Leading with the right foot, sidestep pushing off with the left foot (back leg). When you drive off with the back leg, be sure the hip/knee/ankle are in a straight line. Switch sides at half field.

C. Backward Running

Elapsed Time: 1 – 1.5 minutes

Purpose: continued warm-up; engage hip extensors/hamstrings. Make sure the athlete lands on her toes. Be sure to watch for locking of the knee joint. As the athlete brings her foot back, make sure she maintains a slight bend to the knee.

Instruction: Run backwards from sideline to sideline. Land on your toes without extending the knee. Stay on your toes and keep the knees slightly bent at all times.

Section II: Strengthening

This portion of the program focuses on increasing leg strength. This will lead to increased leg strength and a more stable knee joint. Technique is everything; close attention must be paid to the performance of these exercises in order to avoid injury.

A. Walking Lunges (1 minute)

Elapsed Time: 1.5 – 2.5 min

Purpose: Strengthen the thigh (quadriceps) muscle.

Instruction: Lunge forward leading with your right leg. Push off with your right leg and lunge forward with your left leg. Drop the back knee straight down. Make sure that you keep your front knee over your ankle. Control the motion and try to avoid your front knee from caving inward. If you can't see your toes on your leading leg, you are doing the exercise incorrectly.

B. Russian Hamstring (1 minute)

Elapsed Time: 2.5 – 3.5 min

Purpose: Strengthen hamstrings muscles

Instruction: Kneel on the ground with hands at your side. Have a partner hold firmly at your ankles. With a straight back, lean forward leading with your hips. Your knee, hip and shoulder should be in a straight line as you lean toward the ground. Do not bend at the waist. You should feel the hamstrings in the back of your thigh working. Repeat the exercise for 30 seconds and switch with your partner.

C. Single Toe Raises (1 minute)

Elapsed Time: 3.5 – 4.5 min

Purpose: This exercise strengthens the calf muscle and increases balance.

Instruction: Stand up with your arms at your side. Bend the left knee up and maintain your balance. Slowly rise up on your right toes with good balance. You may hold your arms out ahead of you in order to help. Slowly repeat 30 times and switch to the other side. As you get stronger, you may need to add additional repetitions to this exercise to continue the strengthening effect of the exercise.

Section III: Plyometrics

These exercises are explosive and help to build, power, strength and speed. The most important element when considering performance technique is the landing. It must be soft! When you land from a jump, you want to softly accept your weight on the balls of your feet slowly rolling back to the heel with a bent knee and a bent hip. These exercises are basic, however, it is critical to perform them correctly. Please begin these exercise using a flat cone [2 inches] or with a visual line on the field.

A. Lateral Hops over Cone (30 seconds)

Elapsed Time: 4.5 – 5min

Purpose: Increase power/strength emphasizing neuromuscular control

Instruction: Stand with a 2" cone to your left. Hop to the left over the cone softly landing on the balls of your feet land bending at the knee. Repeat this exercise hopping to the right. Progress to Single leg hops

B. Forward/Backward Hops over cone (30 sec)

Elapsed Time: 5 – 5.5 min

Purpose: Increase power/strength emphasizing neuromuscular control

Instruction: Hop over the cone softly landing on the balls of your feet and bending at the knee. Now, hop backwards over the ball using the same landing technique. Be careful not to snap your knee back to straighten it. You want to maintain a slight bend to the knee.

C. Single Leg hops over cone (30 seconds)

Elapsed Time: 5.5 – 6 min

Purpose: Increase power/strength emphasizing neuromuscular control.

Instruction: Hop over the cone landing on the ball of your foot bending at the knee. Now, hop backwards over the ball using the same landing technique. Be careful not to snap your knee back to straighten it. You want to maintain a slight bend to the knee. Now, stand on the left leg and repeat the exercise. Increase the number of repetitions as needed.

D. Vertical Jumps with headers (30 seconds)

Elapsed Time: 6 – 6.5 min

Purpose: Increase height of vertical jump.

Instruction: Stand forward with hands at your side. Slightly bend the knees and push off jumping straight up. Remember the proper landing technique; accept the weight on the ball of your foot with a slight bend to the knee.

E. Scissors Jump (30 seconds)

Elapsed Time: 6.5 – 7 min

Purpose: Increase power and strength of vertical jump.

Instruction: Lunge forward leading with your right leg. Keep your knee over your ankle. Now, push off with your right foot and propel your left leg forward into a lunge position. Be sure your knee does not cave in or out. It should be stable and directly over the ankle. Remember the proper landing technique; accept the weight on the ball of your foot with a slight bend to the knee. Repeat 20 times.

Section IV: Agilities

A. Forward run with 3 step deceleration

Elapsed Time: 7 – 8 min

Purpose: Increase dynamic stability of the ankle/knee/hip complex

Instruction: Starting at the first cone, sprint forward to the second cone. As you approach the cone, use a 3 step quick stop to decelerate. Continue on to cone 2 using the same strategy to deceleration. Do not let your knee extend over your toe. Do not let you knee cave inward. This exercise is used to teach the athlete how to properly accelerate and decelerate while moving forward and the hip, buttock and hamstring musculature.

B. Lateral Diagonal runs (3 passes)

Elapsed Time: 8 – 9 min

Purpose: To encourage proper technique/stabilization of the hip and knee. This exercise will also deter a "knock knee" position from occurring – which is a dangerous position for the ACL.

Instruction: Face forward and laterally run to the first cone on the right. Pivot off the right foot and shuttle run to the second cone. Now pivot off the left leg and continue onto the third cone. Make sure that the outside leg does not cave in. Keep a slight bend to the knee and hip and make sure the knee stays over the ankle joint.

C. Bounding run (44 yds)

Elapsed Time: 9 – 10 min

Purpose: To increase hip flexion strength/increase power/speed

Instruction: Starting on the near sideline, run to the far side with knees up toward chest. Bring your knees up high. Land on the ball of your foot with a slight bend at the knee and a straight hip. Increase the distance as this exercise gets easier.

Begin your training session with your coach. After the completion of training, resume the PEP program at section V.

Section V: Stretching

It is important to incorporate a short warm-up prior to stretching. Never stretch a "cold muscle". By performing these stretches, you can improve and maintain your range of motion, reduce stiffness in your joints, reduce post-exercise soreness, reduce the risk of injury and improve your overall mobility and performance. Note: this portion of the program may be moved to the end of your training session. Do a warm-up such as brisk walking for five to 10 minutes before stretching. Gently stretch to a point of tension and hold. Hold the stretch for 30 seconds. Concentrate on lengthening the muscles you are stretching. Breathe normally.

A. Calf stretch (30 seconds x 2 reps)

Elapsed Time: 10 to 11 minutes

Purpose: stretch the calf muscle of the lower leg

Instruction: Stand leading with your right leg. Bend forward at the waist and place your hands on the ground (V formation). Keep your right knee slightly bent and your left leg straight. Make sure your left foot is flat on the ground. Do not bounce during the stretch. Hold for 30 seconds. Switch sides and repeat.

B. Quadricep stretch (30 seconds x 2 reps)

Elapsed Time: 11 to 12 minutes

Purpose: stretch the quadricep muscle of the front of the thigh

Instruction: Place your left hand on your partner's left shoulder. Reach back with your right hand and grab the front of your right ankle. Bring your heel to buttock. Make sure your knee is pointed down toward the ground. Keep your right leg close to your left. Don't allow knee to wing out to the side and do not bend at the waist. Hold for 30 seconds and switch sides

C. Figure Four Hamstring stretch (30 sec x 2 reps)

Elapsed Time: 12 – 13 min

Purpose: To stretch the hamstring muscles of the back of the thigh.

Instruction: Sit on the ground with your right leg extended out in front of you. Bend your left knee and rest the bottom of your foot on your right inner thigh. With a straight back, try to bring your chest toward your knee. Do not round your back. If you can, reach down toward your toes and pull them up toward your head. Do not bounce. Hold for 30 seconds and repeat with the other leg.

D. Inner Thigh Stretch (20 sec x 3 reps)

Elapsed Time: 13 – 14 min

Purpose: Elongate the muscles of the inner thigh (adductor group)

Instruction: Remain seated on the ground. Spread you legs evenly apart. Slowly lower yourself to the center with a straight back. You want to feel a stretch in the inner thigh. Now reach toward the right with the right arm. Bring your left arm overhead the stretch over to the right. Hold the stretch and repeat on the opposite side.

E. Hip Flexor Stretch – (30 sec x 2 reps)

Elapsed Time: 14 - 15 min

Purpose: Elongate the hip flexors of the front of the thigh.

Instruction: Lunge forward leading with your right leg. Drop your left knee down to the ground. Placing your hands on top of your right thigh, lean forward with your hips. The hips should be square with your shoulders. If possible, maintain your balance and lift back for the left ankle and pull your heel to your buttocks. Hold for 30 seconds and repeat on the other side.

Annexe n°8 : Échelle AMSTAR

Source : https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/DocuMetho/Amstar_FR_21012015.pdf - 12/02/2024

AMSTAR – GRILLE D’ÉVALUATION DE LA QUALITÉ METHODOLOGIQUE DES REVUES SYSTEMATIQUES

AMSTAR : a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews

1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni?

La question de recherche et les critères d’inclusion des études doivent être déterminés avant le début de la revue.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Pour que la réponse soit « oui », il doit y avoir un protocole, l’approbation d’un comité d’éthique ou des objectifs d’étude prédéterminés ou établis a priori.

Commentaire :

2. La sélection des études et l’extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes?

Au moins deux personnes doivent procéder à l’extraction des données de façon indépendante, et une méthode de consensus doit avoir été mise en place pour le règlement des différends.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Deux personnes sélectionnent les études, deux personnes procèdent à l’extraction des données, puis elles se mettent d’accord ou vérifient leur travail respectif.

Commentaire :

3. La recherche documentaire était-elle exhaustive?

Au moins deux sources électroniques doivent avoir été utilisées. Le rapport doit comprendre l'horizon temporel de la recherche et les bases de données interrogées (Central, EMBASE et MEDLINE, par exemple). Les mots clés et (ou) les termes MeSH doivent être indiqués et, si possible, la stratégie de recherche complète doit être exposée. Toutes les recherches doivent être complétées par la consultation des tables des matières de revues scientifiques récentes, de revues de la littérature, de manuels, de registres spécialisés ou d'experts dans le domaine étudié et par l'examen des références fournies dans les études répertoriées.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si on a consulté au moins deux sources et eu recours à une stratégie complémentaire, cocher « oui » (Cochrane + Central = deux sources; recherche de la littérature grise = stratégie complémentaire).

Commentaire :

4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion?

Les auteurs doivent indiquer s'ils ont recherché tous les rapports, quel que soit le type de publication, ou s'ils ont exclu des rapports (de leur revue systématique) sur la base du type de publication, de la langue, etc.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs indiquent qu'ils ont recherché la littérature grise ou non publiée, cocher « oui ». La base de données SIGLE, les mémoires, les actes de conférences et les registres d'essais sont, en l'occurrence, tous considérés comme de la littérature grise. Si la source renfermait de la littérature grise, mais aussi de la littérature à large diffusion, les auteurs doivent préciser qu'ils recherchaient de la littérature grise ou non publiée.

Commentaire :

5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie?

Une liste des études incluses et exclues doit être fournie.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Il est acceptable de s'en tenir aux études exclues. S'il y a un hyperlien menant à la liste, mais que celui-ci est mort, cocher « non ».

Commentaire :

6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées?

Les données portant sur les sujets qui ont participé aux études originales, les interventions qu'ils ont reçues et les résultats doivent être regroupées, sous forme de tableau, par exemple. L'étendue des données sur les caractéristiques des sujets de toutes les études analysées (âge, race, sexe, données socio-économiques pertinentes, nature, durée et gravité de la maladie, autres maladies, par exemple) doit y figurer.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ces données ne doivent pas nécessairement être présentées sous forme de tableau, pour autant qu'elles soient conformes aux exigences ci-dessus.

Commentaire :

7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée?

Les méthodes d'évaluation déterminées a priori doivent être indiquées (par exemple, pour les études sur l'efficacité pratique, le choix de n'inclure que les essais cliniques randomisés à double insu avec placebo ou de n'inclure que les études où l'affectation des sujets aux groupes d'étude était dissimulée); pour d'autres types d'études, d'autres critères d'évaluation seront à prendre en considération.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ici, les auteurs peuvent avoir utilisé un outil ou une grille quelconque pour évaluer la qualité (score de Jadad, évaluation du risque de biais, analyse de sensibilité, etc.) ou peuvent exposer les critères de qualité en indiquant le résultat obtenu pour CHAQUE étude (un simple « faible » ou « élevé » suffit, dans la mesure où l'on sait exactement à quelle étude l'évaluation s'applique; un score général n'est pas acceptable, pas plus qu'une plage de scores pour l'ensemble des études).

Commentaire :

8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions?

Les résultats de l'évaluation de la rigueur méthodologique et de la qualité scientifique des études incluses doivent être pris en considération dans l'analyse et les conclusions de la revue, et formulés explicitement dans les recommandations.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Voici une formulation possible : « La faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats ». On ne peut cocher « oui » à cette question si on a coché « non » à la question 7.

Commentaire :

9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées?

Si l'on veut regrouper les résultats des études, il faut effectuer un test d'homogénéité afin de s'assurer qu'elles sont combinables (chi carré ou I^2 , par exemple). S'il y a hétérogénéité, il faut utiliser un modèle d'effets aléatoires et (ou) vérifier si la nature des données cliniques justifie la combinaison (la combinaison est-elle raisonnable?).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Cocher « oui » si on souligne ou explique la nature hétérogène des données, par exemple si les auteurs expliquent que le regroupement est impossible en raison de l'hétérogénéité ou de la variabilité des interventions.

Commentaire :

10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée?

Une évaluation du biais de publication doit comprendre une association d'outils graphiques (diagramme de dispersion des études ou autre test) et (ou) des tests statistiques (test de régression d' Egger, méthode de Hedges et Olkin, par exemple).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs ne fournissent aucun résultat de test ni diagramme de dispersion des études, cocher « non ». Cocher « oui » s'ils expliquent qu'ils n'ont pas pu évaluer le biais de publication, parce qu'ils ont inclus moins de 10 études.

Commentaire :

11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés?

Les sources possibles de soutien doivent être déclarées, tant pour la revue systématique que pour les études qui y sont incluses.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

On ne peut cocher « oui » que si la source de financement ou de soutien de la revue systématique ET de chaque étude incluse est indiquée.

Commentaire :

Annexe n°8.Bis : Tableau récapitulatif de l'échelle AMSTAR cotée sur notre revue.

Source : https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/DocuMetho/Amstar_FR_21012015.pdf - 12/02/2024

Item	Réponse	Commentaire
N°1 : Un plan de recherche établi a priori est-il fourni ?	X	<i>Nos objectifs ont été déterminés avant la réalisation de la recherche (cf. Méthode). Cependant, aucun comité d'éthique n'a approuvé notre étude.</i>
N°2 : La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes ?	X	<i>La sélection des études et l'extraction des données n'a pu être réalisée que par une seule personne, qui est aussi l'autrice de la revue. Nous avons conscience que ce critère constitue un biais à notre revue.</i>
N°3 : La recherche documentaire était-elle exhaustive ?	X	<i>Nos recherches ont été exhaustives (cf. les critères d'exhaustivité de l'échelle AMSTAR). En effet, 3 bases de données ont été investiguées (PubMed, PEDro, Cochrane). Cependant, nous pouvons critiquer le fait qu'il est difficile de qualifier notre recherche d'exhaustive dans la mesure où l'intégralité des bases de données n'a pas pu être investiguées du fait de non-connaissance de l'intégralité ces dernières ou de choix de la part de l'autrice. Le critère est donc validé théoriquement mais il s'agit de prendre de la distance concernant la réelle exhaustivité de la recherche.</i>
N°4 : La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion ?	X	<i>Une mention explicite développe cette question. (cf. Méthode).</i>
N°5 : Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?	X	<i>La liste est fournie dans la partie Méthode.</i>
N°6 : Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées?	X	<i>Les caractéristiques sont détaillées dans la partie Méthode entre autres.</i>
N°7 : La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée?	X	<i>Il est indiqué dans la revue, le choix de prendre préférentiellement des essais cliniques contrôlés randomisés, et de comparer nos interventions à une non-intervention (c'est-à-dire à ne pas changer les habitudes des joueuses). De plus, le risque de biais de la revue est également évalué : il a été pris en compte pour chaque étude de façon individuelle, et l'échelle ici présente permet l'évaluation des biais de la revue en elle-même.</i>
N°8 : La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?	X	<i>La formule « La faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats » conseillée dans les détails de cet item a été utilisée ce qui nous permet de valider ce dernier.</i>

N°9 : Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?	X	<i>Nous avons utilisé le test du Chi² qui est adapté aux données présentes dans les articles.</i>
N°10 : La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée ?	X	<i>La probabilité de biais de publication n'a pas été évaluée car le nombre d'article n'est pas assez important (inférieur à 10). Ceci est mentionné dans la méthode.</i>
N°11 : Les conflits d'intérêts sont-ils été déclarés ?	X	<i>Concernant notre revue systématique, aucun conflit d'intérêt n'est à déclarer. Aussi, il n'existe aucune source de financement. Ceci est mentionné dans la discussion. En revanche, il existe des conflits d'intérêts dans les études de Mandelbaum et al., Walden et al (évalué dans un questionnaire « Unified Competing Interest Form »), qui sont mentionnés explicitement. Dans l'étude de Gilchrist et al., les auteurs mentionnent aussi explicitement qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt. Cependant, les études de Heidt et al. ainsi que de Soderman et al., on ne nous fait part d'aucun conflit d'intérêt ce qui porte préjudice à notre revue et ne nous permet pas d'attribuer un point au critère 11 de notre échelle.</i>
Total :		9/11

Légende :



Critère non respecté



Impossible de répondre



Critère respecté



Sans objet

Annexe n°9 : Table du Chi²

Source : <https://www.soft-concept.com/surveymag/definition-fr/definition-table-du-chi-carre-khi-2.html> - 29/02/2024

q	0,995	0,99	0,975	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	q
1	0,000	0,000	0,001	0,004	0,016	0,064	0,148	0,275	0,455	0,708	1,074	1,642	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879	1
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	0,446	0,713	1,022	1,386	1,833	2,408	3,219	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597	2
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	1,005	1,424	1,869	2,366	2,946	3,665	4,642	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838	3
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	1,649	2,195	2,753	3,357	4,045	4,878	5,989	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860	4
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	2,343	3,000	3,655	4,351	5,132	6,064	7,289	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750	5
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	3,070	3,828	4,570	5,348	6,211	7,231	8,558	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548	6
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	3,822	4,671	5,493	6,346	7,283	8,383	9,803	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278	7
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	4,594	5,527	6,423	7,344	8,351	9,524	11,030	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955	8
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	5,380	6,393	7,357	8,343	9,414	10,656	12,242	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589	9
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	6,179	7,267	8,295	9,342	10,473	11,781	13,442	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188	10
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	6,989	8,148	9,237	10,341	11,530	12,899	14,631	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757	11
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	7,807	9,034	10,182	11,340	12,584	14,011	15,812	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300	12
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	8,634	9,926	11,129	12,340	13,636	15,119	16,985	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819	13
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	9,467	10,821	12,078	13,339	14,685	16,222	18,151	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319	14
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	10,307	11,721	13,030	14,339	15,733	17,322	19,311	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801	15
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	11,152	12,624	13,983	15,338	16,780	18,418	20,465	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267	16
17	5,697	6,408	7,564	8,672	10,085	12,002	13,531	14,937	16,338	17,824	19,511	21,615	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718	17
18	6,265	7,015	8,231	9,390	10,865	12,857	14,440	15,893	17,338	18,868	20,601	22,760	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156	18
19	6,844	7,633	8,907	10,117	11,651	13,716	15,352	16,850	18,338	19,910	21,689	23,900	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582	19
20	7,434	8,260	9,591	10,851	12,443	14,578	16,266	17,809	19,337	20,951	22,775	25,038	28,412	31,410	34,170	37,566	39,997	20
21	8,034	8,897	10,283	11,591	13,240	15,445	17,182	18,768	20,337	21,991	23,858	26,171	29,615	32,671	35,479	38,932	41,401	21
22	8,643	9,542	10,982	12,338	14,041	16,314	18,101	19,729	21,337	23,031	24,939	27,301	30,813	33,924	36,781	40,289	42,796	22
23	9,260	10,196	11,689	13,091	14,848	17,187	19,021	20,690	22,337	24,069	26,018	28,429	32,007	35,172	38,076	41,638	44,181	23
24	9,886	10,856	12,401	13,848	15,659	18,062	19,943	21,652	23,337	25,106	27,096	29,553	33,196	36,415	39,364	42,980	45,559	24
25	10,520	11,524	13,120	14,611	16,473	18,940	20,867	22,616	24,337	26,143	28,172	30,675	34,382	37,652	40,646	44,314	46,928	25
26	11,160	12,198	13,844	15,379	17,292	19,820	21,792	23,579	25,336	27,179	29,246	31,795	35,563	38,885	41,923	45,642	48,290	26
27	11,808	12,879	14,573	16,151	18,114	20,703	22,719	24,544	26,336	28,214	30,319	32,912	36,741	40,113	43,195	46,963	49,645	27
28	12,461	13,565	15,308	16,928	18,939	21,588	23,647	25,509	27,336	29,249	31,391	34,027	37,916	41,337	44,461	48,278	50,993	28
29	13,121	14,256	16,047	17,708	19,768	22,475	24,577	26,475	28,336	30,283	32,461	35,139	39,087	42,557	45,722	49,588	52,336	29
30	13,787	14,953	16,791	18,493	20,599	23,364	25,508	27,442	29,336	31,316	33,530	36,250	40,256	43,773	46,979	50,892	53,672	30
35	17,192	18,509	20,569	22,465	24,797	27,836	30,178	32,282	34,336	36,475	38,859	41,778	46,059	49,802	53,203	57,342	60,275	35
40	20,707	22,164	24,433	26,509	29,051	32,345	34,872	37,134	39,335	41,622	44,165	47,269	51,805	55,758	59,342	63,691	66,766	40
45	24,311	25,901	28,366	30,612	33,350	36,884	39,585	41,995	44,335	46,761	49,452	52,729	57,505	61,656	65,410	69,957	73,166	45
50	27,991	29,707	32,357	34,764	37,689	41,449	44,313	46,864	49,335	51,892	54,723	58,164	63,167	67,505	71,420	76,154	79,490	50
55	31,735	33,570	36,398	38,958	42,060	46,036	49,055	51,739	54,335	57,016	59,980	63,577	68,796	73,311	77,380	82,292	85,749	55
60	35,534	37,485	40,482	43,188	46,459	50,641	53,809	56,620	59,335	62,135	65,227	68,972	74,397	79,082	83,298	88,379	91,952	60

19003758 – ROUARD – Marine – N°122

Stratégies de prévention de rupture du ligament croisé antérieur chez la jeune footballeuse féminine – Une revue systématique.

Prevention plan of anterior cruciate ligament injury of young female football players – A systematic revue.

Nombre de pages (avec les annexes): 89 pages;

Directeur de mémoire: Mr. Baptiste RUBATTAZ

RÉSUMÉ : **Contexte :** Le football féminin s'est largement démocratisé depuis le XXe siècle, constituant un axe prioritaire de développement au sein de la Fédération Française de Football. Dans la pratique du football, on note qu'une femme a 2 à 7 fois plus de chances qu'un homme de connaître une rupture du LCA, et cela est notamment expliqué par des facteurs hormonaux et biomécaniques. Dans 60% des cas, la lésion de ce dernier se fera par mécanisme lésionnel sans contact pour les populations féminines. La prévention est quant à elle cependant, peu démocratisée. **Objectifs :** L'objectif de notre travail est d'évaluer l'efficacité de programmes de prévention mis en place au sein d'équipes de jeunes footballeuses féminines, dans la réduction de blessures du ligament croisé antérieur principalement, ainsi que d'autres blessures du genou. La population étudiée constituée de femmes, pratiquant le football, âgées de moins de 26 ans. Le but serait de mettre en avant des techniques prouvées afin de les développer au sein des équipes de football féminin en prévention primaire. **Méthode :** Pour ce faire, les bases de données PubMed, Cochrane Library ainsi que PEDro ont été investiguées, du 1^{er} septembre au 19 octobre 2023. Nous évaluerons les risques de biais grâce à l'échelle PEDro, et la qualité méthodologique de notre revue en utilisant l'échelle AMSTAR. Enfin, afin d'identifier la qualité des preuves et la force de recommandation de notre revue, nous nous appuyons sur le système GRADE. **Résultats :** Cinq études ont fait l'objet de nos investigations ; parmi ces dernières, une seule présente des résultats statistiquement et cliniquement significatifs au seuil d'1%, celle de *Mandelbaum et al.*, qui nous décrit le programme PEP d'échauffement efficace en moyenne à 81% dans la réduction des blessures du LCA. Pour les autres, les données statistiques ne permettent pas d'aboutir à une telle conclusion, comprenant pour la majorité des cas des « valeurs-p » supérieures à 0,05, ou bien des tests du Chi² non statistiquement significatifs ou non réalisables. En ce qui concerne l'efficacité de tels programmes sur les blessures de genou, aucune donnée statistiquement significative n'a été mise en avant. **Discussion :** Des biais sont présents dans les articles analysés : le faible nombre d'articles ainsi qu'une forte hétérogénéité des résultats implique l'impossibilité d'inclusion dans une méta-analyse. On constate également un score PEDro passablement correct avec une moyenne de 4,8/10. Tous ces paramètres confondus impliquent une complexité majeure à répondre à notre problématique. **Conclusion :** La prévention de blessures du LCA et du genou, dans le monde du football féminin, semble être un sujet riche à investiguer et à développer, tant dans les problématiques que de telles blessures engendrent, que dans le souci de développer nos connaissances scientifiques en la matière qui semblent, si l'on en croit la littérature, encore très limitées. **Financement :** L'auteur déclare n'avoir bénéficié d'aucune source de financement et ne présenter aucun conflit d'intérêt.

ABSTRACT : **Background :** Women's football has democratized since the 20th Century, constituting a principal axis of development in the French Football Federation. During football practice, women are two to seven times more likely than men to suffer an ACL injury. This can be explained by hormonal and biomechanical factors. In the female population, 60% of the time, this injury occurs without any physical contact between the players. Prevention is not democratized, especially among this population. **Objectives :** The aim of the review is to evaluate the effectiveness of prevention programs in reducing the rate of ACL and knee injuries in young women's football. The population that is the object of this study consists solely of young women under the age of 26, who practice football. The objective is to highlight techniques that have a demonstrated efficiency in order to develop them in the context of primary care among women's football teams. **Method :** To do so, PubMed, Cochrane Library and PEDro databases were investigated from the 1st of September to 19th of October 2023. Risk of bias will be studied thanks to PEDro scale, and the methodological quality of our review will be evaluated with the AMSTAR scale. Finally, the GRADE system will be used in order to identify the quality of the evidence found and assess the strengths of the recommendations detailed in our review. **Results :** We considered five studies ; one only, *Mandelbaum and al.* is clinically and statistically significant at a 1% threshold. This study describes a neuromuscular program with an average of 81% effectiveness in reducing ACL injuries. For others, statistical data is not substantial, with a small p-value, above the threshold value of 0,05, and where a Chi² Test cannot be conducted or is statistically insignificant. With regards to knee injuries, the effectiveness of these programs is not proven. **Discussion :** Certain types of bias are present in the studies analysed : first of all, only five articles present heterogeneous results, which did not allow us to conduct a meta-analysis ; our review presents a poor score of 4,8/10 on average at the PEDro scale. All parameters combined induce major complexity in formulating an answer to our question. **Conclusion :** ACL and knee injuries prophylaxis in female football appears to be a rich subject to investigate and develop, both in terms of the problematics that they generate and as a means to develop our scientific knowledge which, based on existing literature, seems limited. **Funding :** The author has no financial interest or conflict of interest to declare.

Mots Clés : LCA (Ligament croisé antérieur), blessure du genou, football féminin, programme, prévention.

Key Words : ACL (Anterior Cruciate Ligament), knee injury, female football, program, prevention.