



HAL
open science

Effets du cycle menstruel sur la laxité du ligament croisé antérieur chez la sportive

Claire Duval

► **To cite this version:**

Claire Duval. Effets du cycle menstruel sur la laxité du ligament croisé antérieur chez la sportive. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03958254

HAL Id: dumas-03958254

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03958254v1>

Submitted on 26 Jan 2023

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.

**EFFETS DU CYCLE MENSTRUEL SUR LA
LAXITÉ DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR
CHEZ LA SPORTIVE**

DUVAL Claire

Directrice de mémoire : Mme PORTEFAIX

REMERCIEMENTS

Tout d'abord j'adresse mes remerciements à ma directrice de mémoire, Madame Hélène Portefaix, pour m'avoir aiguillée en début d'année sur le choix de mon sujet et accompagnée tout au long de l'année avec ses conseils avisés.

Je souhaite également remercier les membres de ma famille pour leur affection et leur soutien.

Je voudrais remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'IFMK de Marseille ainsi que mes tuteurs de stage pour leurs enseignements durant ces quatre années de formation.

Je remercie mes amis pour ces moments de travail sur la rédaction du mémoire tout au long de l'année, mais surtout pour leur présence et nos moments partagés durant ces 4 années d'études.

Je remercie Romain Fabiao et Moréa Hassler, pour leur expérience et leur attention particulière portée sur mon mémoire.

Je remercie la corporation KIMASSE et la FAMI pour ces 4 années de vie associative. Ces années m'ont enrichie et épanouie personnellement dans ma vie étudiante, m'ont permis de développer un esprit critique, de mettre en place des projets à grande échelle et d'être un membre très actif de mon campus et de mon territoire.

Je remercie les membres du bureau de la vie étudiante du campus Timone, où j'ai pu réaliser mon travail étudiant depuis 3 ans. Ils ont su être compréhensifs toutes ces années sur mes horaires de stages, mes périodes d'examens et ont adapté mon emploi du temps en fonction de mon calendrier universitaire, notamment durant cette période de rédaction de mémoire.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION.....	1
1.1 Physiologie du genou	1
1.1.1 Généralités.....	1
1.1.2 Le système pivot central du genou	3
1.1.2.1 Mouvements de tiroir.....	3
1.1.2.2 Mouvements de rotations.....	4
1.1.3 Le ligament croisé antérieur (LCA).....	4
1.1.3.1 Physiologie du LCA.....	4
1.1.3.2 Biomécanique du LCA.....	4
1.2 Laxité du Ligament croisé antérieur	5
1.2.1 Définition laxité.....	5
1.2.2 Laxité/ instabilité.....	5
1.2.3 Évaluation laxité.....	6
1.2.3.1 Test de Lachman-Trillat	6
1.2.3.2 Test du tiroir antérieur	7
1.2.3.3 Arthromètre de Genou : KT-1000 et 2000.....	8
1.3 Facteurs hormonaux	9
1.3.1 Cycle menstruel.....	9
1.3.1.1 La phase folliculaire	10
1.3.1.2 La phase lutéale	11
1.3.2 Régulation hormonale.....	11
1.3.2.1 Oestrogène	11
1.3.2.2 Progestérone	12
1.3.3 Hormones féminines et risque de blessures.....	12
1.3.3.1 Risque global.....	12
1.3.3.2 Risque de lésion du LCA.....	12
1.4 Enjeu social : la femme dans le sport.....	13
1.4.1 Influence du corps médical sur le corps de la femme sportive.....	13
1.4.1.1 Le discours médical.....	13
1.4.1.2 La femme sportive dans l'histoire	13
1.4.2 Le cycle menstruel et le sport actuellement	14
1.4.2.1 Stéréotypes de genre dans le sport.....	14
1.4.2.2 Impact du cycle menstruel sur la qualité de vie	15
1.4.2.3 Prise en charge de la sportive de haut niveau.....	16
1.5 Hypothèse et Intérêt de l'étude	17
1.5.1 Intérêt de l'étude	17
1.5.2 Question étiologique basée sur le modèle PICO.....	17
1.5.3 Objectif de l'étude.....	18
2. METHODE	19
2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue	19
2.1.1 Types d'études	19
2.1.2 Population.....	20
2.1.3 Facteur de risque	20

2.1.4	Événement causé par le facteur de risque.....	21
2.2	Méthodologie de recherche des études	21
2.2.1	Sources documentaires.....	21
2.2.2	Équation de recherche.....	21
2.3	Méthodologie d'extraction et d'analyse des données	21
2.3.1	Méthode de sélection des études.....	21
2.3.1.1	Critères d'inclusion	22
2.3.1.2	Critères d'exclusion	22
2.3.2	Évaluation de la qualité méthodologique	22
2.3.3	Méthode d'extraction des données.....	23
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats.....	24
3.	RESULTATS.....	24
3.1	Description des études.....	24
3.1.1	Processus de sélection des études.....	24
3.1.2	Études exclues.....	26
3.1.3	Liste des études incluses	27
3.1.4	Synthèse des études incluses.....	28
3.2	Risque de biais des études incluses	29
3.2.1.1	Grille de Newcastle-Ottawa Scale.....	29
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses	29
3.2.2.1	Biais de sélection	30
3.3	Effets de l'intervention sur le critère de jugement de ma revue	31
3.3.1	Extraction des données.....	31
3.3.2	Variabilité intragroupe et intergroupe.....	35
4.	DISCUSSION	36
4.1	Analyse des principaux résultats	36
4.1.1	Analyse des populations	36
4.1.2	Analyse des interventions	36
4.1.3	Analyse des résultats.....	37
4.1.3.1	Études démontrant une laxité maximum en phase ovulatoire	37
4.1.3.1	Étude ne démontrant aucune fluctuation de laxité.....	40
4.1.3.2	Relation laxité hormone	41
4.1.3.3	Comparaison entre les études.....	41
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique	42
4.3	Qualité des preuves	43
4.4	Biais potentiels de la revue	44
5.	CONCLUSION.....	46
5.1	Implication pour la pratique clinique.....	46
5.2	Implication pour la recherche	46
6.	BIBLIOGRAPHIE	47
7.	ANNEXES.....	51

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Articulation ouverte genou légèrement fléchi [12].....	2
Figure 2 : Genou droit en flexion vue antérieure [12]	3
Figure 3: Charge supportée in situ par le LCA et ses deux faisceaux principaux antéro médial (AM) et postéro-latéral (PL)[16].....	5
Figure 4 : Test de Lachman [24]	7
Figure 5 : Test du tiroir antérieur.....	8
Figure 6 : Utilisation d'un arthromètre de genou KT-1000 [30].....	8
Figure 7 : Calendrier du cycle menstruel.....	9
Figure 8 : Sous phase d'un cycle euménorrhéique [39]	10
Figure 9 : les différents schémas d'études épidémiologique.....	19
Figure 10 : Diagramme de flux	25
Figure 11 : Courbe d'évolution de la laxité du tiroir antérieur de genou selon les études.....	35
Figure 12 : Diagramme en forêt de la phase folliculaire comparé à la phase ovulatoire.....	41
Figure 13 : Diagramme en forêt de la phase lutéale comparé à la phase ovulatoire	42

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Question de recherche selon le modèle PICO	17
Tableau 2 : Équation de recherche par base de données	21
Tableau 3 : Résumé de l'exclusion des études.....	26
Tableau 4 : Liste des études incluses	27
Tableau 5 : Caractéristiques des études incluses.....	28
Tableau 6 : analyse des études via l'échelle Newcastle Ottawa (études de cohorte)	29
Tableau 7 : Laxité par phase pour chaque étude de laxité du LCA	35
Tableau 8 : Tableau issu de la HAS et présentant la qualité des preuves.	44
Tableau 9 : Tableau de la grille AMSTAR.....	45

1. INTRODUCTION

L'effet du cycle menstruel sur la physiologie féminine est de plus en plus reconnu comme une considération clé pour le sport féminin et un domaine critique pour de futures recherches. Or actuellement les connaissances concernant le cycle menstruel et les contraceptifs oraux sont faibles chez la plupart des athlètes d'élite [1].

La lésion du ligament croisé antérieur (LCA) est l'une des lésions ligamentaires du genou les plus courantes évaluées par les praticiens de la médecine sportive. Elle représente un véritable problème de santé publique, de par les conséquences à la fois économiques, psychologiques, et médicales qu'elles entraînent.

Les athlètes féminines et les pratiquantes déclarent trois à six fois plus de lésions du ligament croisé antérieur (LCA) que les hommes [2][3]. La plupart d'entre elles se produisent avec un mécanisme sans contact [4] : 70-78% des causes de rupture de LCA chez l'athlète féminine [5]. La définition du non-contact a été donnée par Marshall, c'est « une force appliquée sur le genou au moment de l'accident, mouvement propre de l'athlète sans contact avec un autre athlète ou objet ». Les blessures du LCA peuvent être particulièrement dévastatrices et même mettre fin à la carrière des athlètes, le taux de retour au sport étant inférieur à 50 % [6].

De nombreux facteurs de risque, internes et externes, sont liés à l'apparition d'une blessure du LCA. Récemment des études ont permis de mettre en évidence que les fluctuations hormonales périodiques du cycle menstruel provoquent une augmentation de la laxité ligamentaire et indirectement augmentent le risque de lésions du LCA [7].

En effet, la littérature sur les lésions du LCA et le cycle menstruel a plus que doublé au cours de la dernière décennie. L'œstrogène [8], la progestérone [9] et la relaxine [10] [11] sont les hormones prédominantes qui ont été étudiées dans le cycle menstruel en relation avec la laxité du LCA .

Il s'agit maintenant de travailler spécifiquement sur le risque que peuvent représenter les changements hormonaux chez la femme et plus précisément sur le changement de laxité ligamentaire dû à la fluctuation des hormones sexuelles au cours du cycle menstruel.

1.1 Physiologie du genou

1.1.1 Généralités

Le genou est une articulation portante et instable du membre inférieur. Il met en jeu 2 articulations différentes :

- L'articulation fémoro-tibiale : articulation bi condyloïde entre les condyles fémoraux et les glènes tibiales
- L'articulation fémoro-patellaire : articulation ginglyme entre les facettes patellaires et les condyles fémoraux.

C'est une articulation à 2 degrés de liberté qui permet la flexion/ extension et la rotation seulement à partir de 30° de flexion. Elle représente 2 impératifs biomécaniques contradictoires : la stabilité et la mobilité. La faible congruence des surfaces articulaires expose à l'instabilité d'où l'importance des systèmes ligamenteux et musculaires.

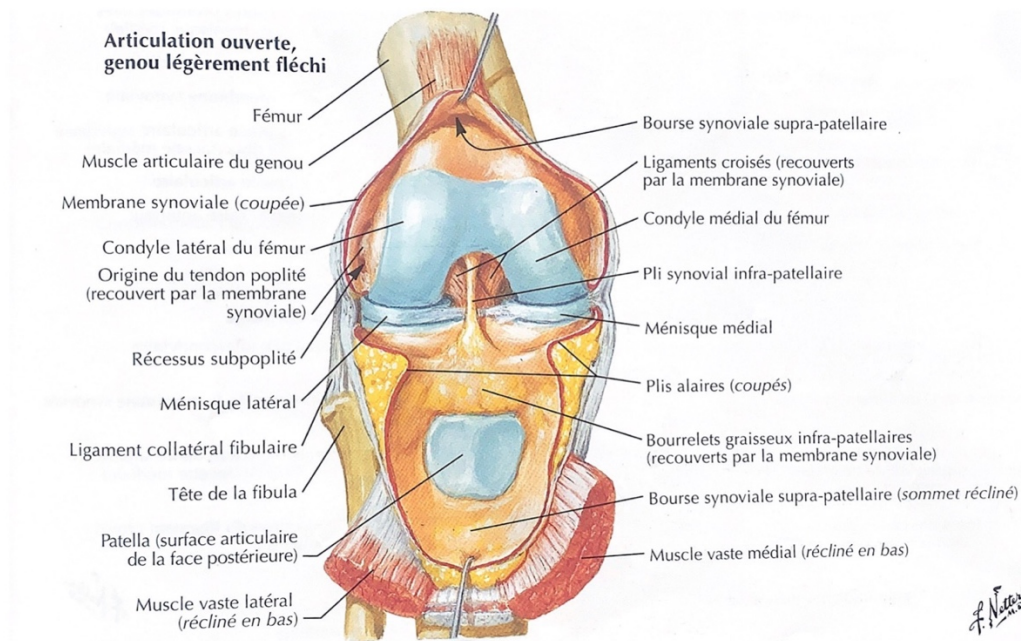


Figure 1 : Articulation ouverte genou légèrement fléchi [12]

Les éléments suivants permettent le maintien du complexe articulaire :

- **La capsule** : elle englobe les deux articulations, elle s'insère sur le pourtour des ménisques
- **La synoviale** : elle tapisse la face profonde de la capsule
- **Les ménisques**
- **Le système ligamentaire**, composé d'un système **périphérique** et d'un système **axial**
 - Le système axial – central : il représente le pivot central du genou
 - Le ligament croisé antérieur
 - Le ligament croisé postérieur
 - Le système périphérique
 - Le ligament collatéral fibulaire
 - Le ligament collatéral tibial, il permet de lutter contre le valgus physiologique.
 - Le ligament collatéral latéral
- **Les muscles** : ils sont nombreux à s'y insérer. Nombreux sont leurs rôles, ils permettent des mouvements dans le plan frontal, horizontal, et sagittal. Ils assurent la congruence et la stabilité articulaire lors de tous les mouvements
- **Les rétinaculums fémoro-patellaires**
- **Les plans fibreux**

La stabilisation passive de l'articulation fémoro-tibiale est possible par les deux systèmes ligamentaires (cités précédemment). Ces deux systèmes sont complémentaires pour le contrôle des laxités, qu'elles soient frontales, sagittales ou rotatoires et représentent deux secteurs lésionnels dont l'atteinte fait la gravité.

1.1.2 Le système pivot central du genou

Le système pivot central du genou est particulier puisque situé en plein centre de l'articulation, tout en restant extra-articulaire car isolé par un repli synovial propre. Il est formé de 2 ligaments croisés entre eux dans le plan sagittal. [13]

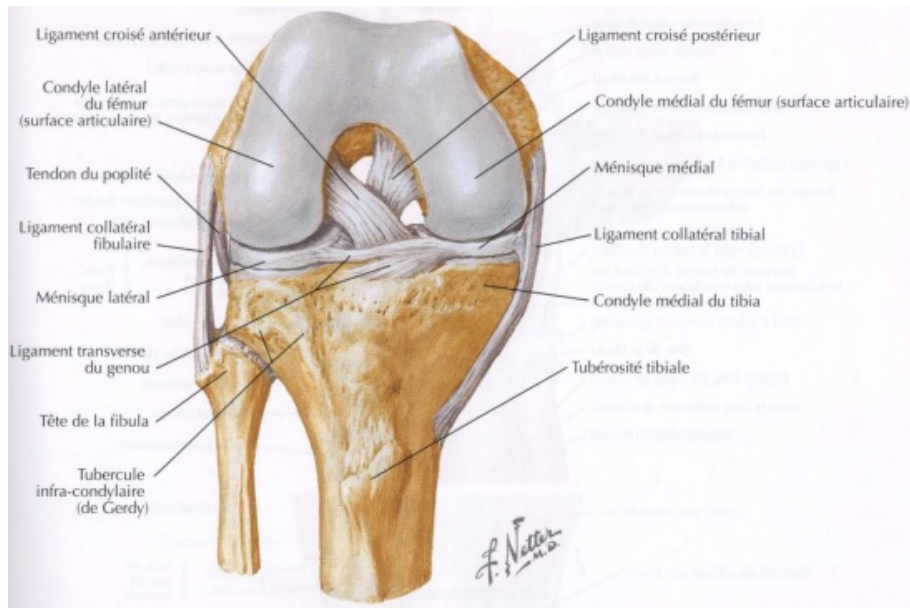


Figure 2 : Genou droit en flexion vue antérieure [12]

1.1.2.1 Mouvements de tiroir

Dans les mouvements d'extension et de flexion du genou, on retrouve deux notions clés le tiroir antérieur et le tiroir postérieur c'est à dire un déplacement du tibia sous le fémur. Lorsque le tibia part en avant, on parle de tiroir antérieur, et lorsque le tibia part en arrière, on parle de tiroir postérieur. Les ligaments croisés gèrent ces tiroirs.

Les ligaments croisés assurent la stabilité antéro-postérieure et permettent les mouvements de charnière tout en maintenant les surfaces en contact. Ils sont responsables du rappel des condyles lors des mouvements.

Les tiroirs doivent exister pour donner une certaine souplesse aux ligaments :

- Le ligament croisé antérieur limite le tiroir antérieur : en flexion le LCA assure le glissement du condyle en avant associé au roulement en arrière
- Le ligament croisé postérieur limite le tiroir postérieur : en extension le condyle est rappelé en arrière lors de son roulement en avant par le LCP

1.1.2.2 *Mouvements de rotations*

Les ligaments croisés représentent aussi un véritable pivot pour la cinésiologie du genou :

- Lors de la rotation médiale les ligaments croisés s'enroulent entre eux et bloquent rapidement la rotation interne.
- Lors de la rotation latérale les ligaments tendent à être parallèles et ne freinent pas la rotation latérale.
- Les ligaments interdisent la rotation lors de l'extension de genou.

1.1.3 Le ligament croisé antérieur (LCA)

La physiologie et biomécanique du LCA est essentielle pour comprendre son rôle dans la laxité antérieure du genou.

1.1.3.1 *Physiologie du LCA*

Le ligament croisé antérieur est une structure collagène ayant pour insertion l'aire intercondyloire antérieure du tibia, contre le frein du ménisque médial. [13]

Son trajet est oblique en haut, en arrière, en dehors à près de 4cm. Il est torsadé en 2 fascicules : antéromédial et postérolatéral. Cet aspect torsadé permet à ces ligaments de toujours garder certaines fibres sous tension quelle que soit la position articulaire. Ils s'insèrent sur de larges surfaces (entre 1,5cm² et 1,8 cm²). Il est moins bien vascularisé que le LCP.

Sa terminaison correspond au condyle latéral du fémur à la partie postéro-supérieure de la face médiale (ou axiale).

L'identification de fibroblastes positifs aux récepteurs de l'œstrogène et de la progestérone dans le ligament croisé antérieur humain suggère fortement que les hormones sexuelles féminines peuvent avoir un effet sur la structure et la composition du ligament. [14]

1.1.3.2 *Biomécanique du LCA*

Le ligament croisé antérieur a une anatomie fibreuse complexe et n'est pas considéré comme une structure uniforme [15] :

- La bande antéromédiale (AM) est plus tendue en flexion qu'en extension.
- La bande postéro latérale (PL) est relativement plus tendue en extension qu'en flexion.

Lorsque le genou est en extension, les fibres du LCA sont parallèles en égale et complète tension. Plus le genou fléchit, sans contrainte, plus une laxité antérieure du genou apparait et augmente avec la flexion s'accompagnant d'une diminution de distance entre les points d'insertion des fibres postérieures. Durant la flexion du genou, la laxité des fibres du LCA progresse de la partie postérieure à la partie antérieure du ligament. [16]

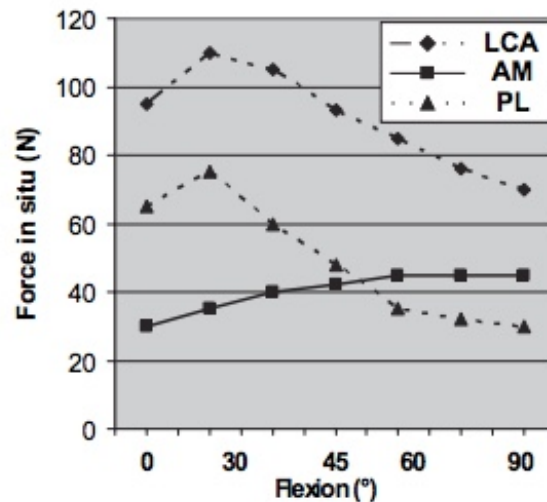


Figure 3: Charge supportée in situ par le LCA et ses deux faisceaux principaux antéro médial (AM) et postéro-latéral (PL)[16]

L'évolution de la charge supportée par chaque faisceau lors de la flexion du genou montre que celle-ci augmente régulièrement pour le faisceau AM tandis qu'elle diminue régulièrement pour le faisceau PL confirmant le rôle distinct des faisceaux, avec un transfert de charge progressif de l'un vers l'autre au cours de la flexion.

Ainsi, le faisceau AM est orienté et contraint de telle manière à résister à la subluxation antérieure du tibia. Il reste en charge entre 0° et 90° de flexion ; c'est le faisceau « guide » du LCA, tandis que le faisceau PL, du fait de son orientation, est plus apte à résister aux sollicitations rotatoires.

1.2 Laxité du Ligament croisé antérieur

1.2.1 Définition laxité

La laxité est la capacité plus ou moins importante de « souplesse » et d'étirement des ligaments et tendons d'une articulation pouvant entraîner une instabilité ou des entorses lorsque la laxité dépasse certains seuils. On peut parler dans ce cas d'hyperlaxité¹.

L'origine de l'hyperlaxité des ligaments peut être congénitale ou encore accidentelle (entorse). L'augmentation de la laxité antérieure chez le sujet sain augmente le risque d'arthrose [17], le risque d'instabilité du genou, le risque de blessure et entraîne une dégénérescence articulaire à long terme.

1.2.2 Laxité/ instabilité

L'instabilité du genou est un signe fonctionnel décrit par un patient dans les suites ou non d'un traumatisme du genou. Cette instabilité est à différencier de la laxité, signe d'examen clinique reflétant un jeu articulaire anormal, physiologique ou non. [18]

¹ <https://www.arthroscopie.fr/glossary/laxite/>

Le jeu articulaire est nécessaire au bon fonctionnement de l'articulation. Le caractère anormal de ce jeu est difficile à définir. La référence reste le genou controlatéral lorsque celui-ci est sain.

Il n'y a pas de superposition directe entre laxité et instabilité. Malgré une laxité importante, certains patients n'éprouvent que peu, voire aucune sensation d'instabilité.

L'instabilité, comme définie ci-dessus, correspond à un symptôme dont se plaint le patient allant de la simple appréhension à un véritable « déboîtement » du genou. [19]. Les déboîtements sont principalement observés dans l'instabilité rotulienne et la laxité antérieure chronique. Par opposition, le déroboement est une sensation de genou faible, un genou qui cède devant lui, un genou qui lâche. Le déroboement est observé dans les lésions du cartilage, en cas de languette méniscale, de corps étranger, lors d'amyotrophie du quadriceps ou après chirurgie du genou. [20]

L'instabilité du genou peut être objectivée par deux signes cliniques essentiels et à bien connaître :

- Le signe du ressaut présent dans la rupture du ligament croisé antérieur (LCA) et décrit par Lemaire en 1967. Il est aussi connu sous le nom de pivot shift ;
- Le signe de Smillie dans le cadre des luxations occasionnelles de la rotule (ou instabilité rotulienne objective).

Le questionnaire KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) est destiné à évaluer les résultats à court et long terme des patients opérés après une blessure du genou. Le questionnaire est rempli par le patient et évalue cinq aspects : douleur, symptômes, activités de la vie quotidienne, sport et loisirs et qualité de vie liée au genou (Annexe 3).

1.2.3 Évaluation laxité

L'examen doit être bilatéral, comparatif, symétrique et méthodique. Certains tests pour le LCA connus en kinésithérapie comme le pivot shift test ne seront pas cités car ils informent seulement sur l'état du LCA et non sur l'appréciation de sa laxité.

1.2.3.1 Test de Lachman-Trillat

Le test de Lachman [21] est caractérisé comme l'examen d'évaluation utilisé le plus direct et le plus définitif pour déterminer le statut du LCA [22]. Katz et Fingerioth [23] rapportent que le test de Lachman permet une certaine précision de diagnostic dans les ruptures aiguës du LCA (dans les 2 semaines suivant l'examen) avec une sensibilité de 77,7 % et plus de 95 % en spécificité. Il permet aussi d'objectiver la laxité ligamentaire antérieure.

Le genou sain est testé en premier. Le patient est allongé, le genou maintenu fléchi à 30°, le talon reposant sur la table. L'examineur tient le fémur par sa main proximale juste au-dessus du genou. La main distale saisit la jambe en regard de la tubérosité tibiale antérieure, où l'examineur applique son pouce. On imprime un mouvement vif de translation antérieure du tibia, dont la course brève est arrêtée brusquement par la mise en tension du ligament croisé antérieur. On répète la manœuvre plusieurs fois.

Il faut être attentif au relâchement musculaire des ischios-jambiers car leur contraction donnerait un résultat faussement négatif. L'examen comparatif du côté sain élimine un résultat faux positif.

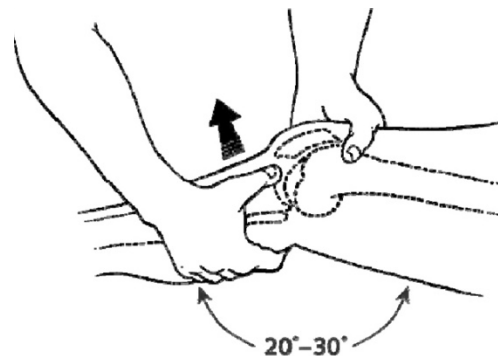


Figure 4 : Test de Lachman [24]

La même manœuvre est effectuée sur le genou incriminé :

- Un arrêt mou après une course prolongée est significatif d'une rupture du LCA. Le test est positif.
- Un arrêt dur avec une course identique démontre une intégrité du LCA. En cas d'arrêt dur, il faut répéter la manœuvre à plusieurs degrés de flexion, proche de l'extension, mais aussi à 30° et 45° de flexion. Le test est négatif.
- Un arrêt dur retardé correspond à une fin de translation brusque mais dont la course est plus longue. Ceci s'observe lors de ruptures partielles du LCA, lors de cicatrisation en nourrice du LCA sur le LCP. Il peut aussi signifier une rupture du LCP

De plus, lorsque le déplacement du genou blessé est plus important que le genou non blessé, la gravité est classée comme normale (-1 à 2 mm), presque normale (3 à 5 mm), anormale (6 à 10 mm) ou gravement anormale (>10 mm) [25]. L'appréciation en mm est évaluateur-dépendante et nous permet ainsi de réaliser une mesure de la laxité ligamentaire [26].

1.2.3.2 Test du tiroir antérieur

Le test du tiroir antérieur présente selon un intervalle de confiance à 95% une sensibilité de 62% et une spécificité de 88% selon Van De Plas et al. [27].

Le patient est en décubitus dorsal avec la hanche fléchie à 45°, le genou fléchi à 90° et le bas de la jambe est en position neutre de rotation. L'examineur stabilise le pied du patient avec sa cuisse et place ses deux mains derrière le tibia avec ses pouces sur le plateau tibial. L'examineur applique une force sur le tibia dirigée vers l'avant et juge la quantité de déplacement tibial.

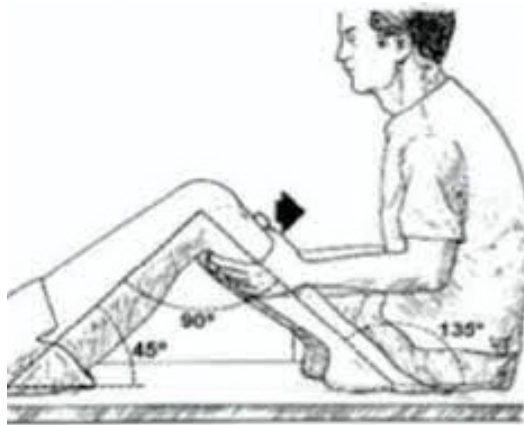


Figure 5 : Test du tiroir antérieur

Ce test est basé sur la quantité de plus grande translation tibiale sur le côté blessé par rapport au genou controlatéral non blessé. Il est évalué comme normal (0 à 2 mm), presque normal (3 à 5 mm), anormal (6 à 10 mm), ou sévèrement anormal (10 mm). [25]

1.2.3.3 Arthromètre de Genou : KT-1000 et 2000

L'arthromètre ligamentaire de genou KT-1000 est devenu le dispositif de test des ligaments du genou le plus couramment utilisé par les médecins et kinésithérapeute en service orthopédique et le plus étudié. Il fournit une mesure objective des mouvements du plan sagittal du tibia par rapport au fémur, fournissant ainsi des mesures de la laxité ligamentaire et autres informations utiles pour l'évaluation clinique de l'intégrité du LCA et du LCP. [28] La sensibilité de l'arthromètre KT 1000 avec 89 N est de 0,78 et la spécificité de 0,92 pour le test de laxité antérieure. Avec une force manuelle maximale, la sensibilité est de 0,93 et la spécificité de 0,93 [29].

L'arthromètre pour ligament du genou KT-2000 utilise les mêmes composants que le KT-1000 avec la fonctionnalité supplémentaire de documentation graphique via un traceur X-Y. Ce traceur produit des données concernant la quantité de déplacement tibial par rapport à l'amplitude de la force appliquée.



Figure 6 : Utilisation d'un arthromètre de genou KT-1000 [30]

Le groupe Malcolm, Daniel, Stone et Sachs a décrit la méthode d'utilisation de cet arthromètre KT-1000 pour enregistrer les mesures de laxité antérieure en 1985 [31]. Le sujet est testé en en décubitus dorsal, les deux membres inférieurs étant soutenus dans une position égale de flexion ($30^\circ \pm 5^\circ$) et de rotation des membres (15° - 25° de rotation externe). Le dispositif est ensuite placé sur la face antérieure de la jambe et fixé avec des sangles circonférentielles.

L'instrument détecte le mouvement antéropostérieur relatif entre 2 coussinets de capteurs librement mobiles : un en contact avec la patella et l'autre en contact avec le tubercule tibial. Le déplacement antérieur est enregistré à différentes amplitudes de force de poussée ou de traction. À l'origine, Daniel et al [32] ont pris des mesures à 67 N et 89 N ce qu'on appelle le test manuel maximal. Depuis, ce sont les valeurs de références dans la littérature.

1.3 Facteurs hormonaux

1.3.1 Cycle menstruel

Le cycle menstruel consiste en une série d'événements qui préparent l'utérus à une grossesse potentielle. Sa durée moyenne est de 28 jours. Un cycle qui se produit régulièrement et dure entre 21 et 35 jours est défini comme euménorrhéique.

Les menstruations débutent généralement vers l'âge de 13 ans [33]. Elles se poursuivent régulièrement jusqu'à la périménopause vers l'âge de 45 ans [34] à moins d'être interrompues par une grossesse, l'utilisation de contraceptifs hormonaux ou un dysfonctionnement menstruel ou ovulatoire. Environ 67 % à 91 % des athlètes féminines d'élite sont euménorrhéiques [35] [36] et environ la moitié des athlètes euménorrhéiques n'utilise pas de contraceptions hormonales [1] [37]. Cela suggère qu'une proportion considérable d'athlètes féminines peut subir des fluctuations hormonales cycliques.

Un cycle menstruel euménorrhéique est séparé en deux phases principales distinctes, folliculaire et lutéale, qui s'établissent lors de la survenue de la menstruation, de la maturation folliculaire, de l'ovulation et de la formation du corps jaune [38].

Cependant, classer le cycle en utilisant uniquement ces deux phases ne distingue pas suffisamment les multiples milieux hormonaux qui se produisent au sein de ces deux phases. Par conséquent, le cycle menstruel est généralement exprimé dans la recherche utilisant des sous-phases, telles que folliculaire précoce, folliculaire tardive, ovulatoire, lutéale précoce, mi lutéale et lutéale tardive.



Figure 7 : Calendrier du cycle menstruel

La cascade d'événements qui régit le cycle menstruel, se décompose comme suit :

- L'hypothalamus stimule l'hypophyse en sécrétant un polypeptide LH-RH (Luteinizing Hormone-Regulating Hormone) ;
- L'hypophyse sécrète deux gonadotrophines (FSH [Follicle Stimulating Hormone] et LH) qui stimulent à leur tour les ovaires ;
- Les ovaires, stimulés par l'hypophyse, assurent l'ovulation et sécrètent les hormones sexuelles qui provoquent les modifications cycliques au niveau de l'utérus et de l'endomètre (muqueuse qui le tapisse intérieurement)
- Les modifications utérines permettent soit l'apparition des règles, soit le développement d'une grossesse en cas de fécondation.

Ces rapports étroits entre les structures cérébrales et les ovaires sont connus également sous le nom de l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien.

Les fluctuations des hormones sexuelles féminines, telles que l'œstrogène, la progestérone, l'hormone folliculostimulante (FSH) et l'hormone lutéinisante (LH) sont présentées dans la figure 9.

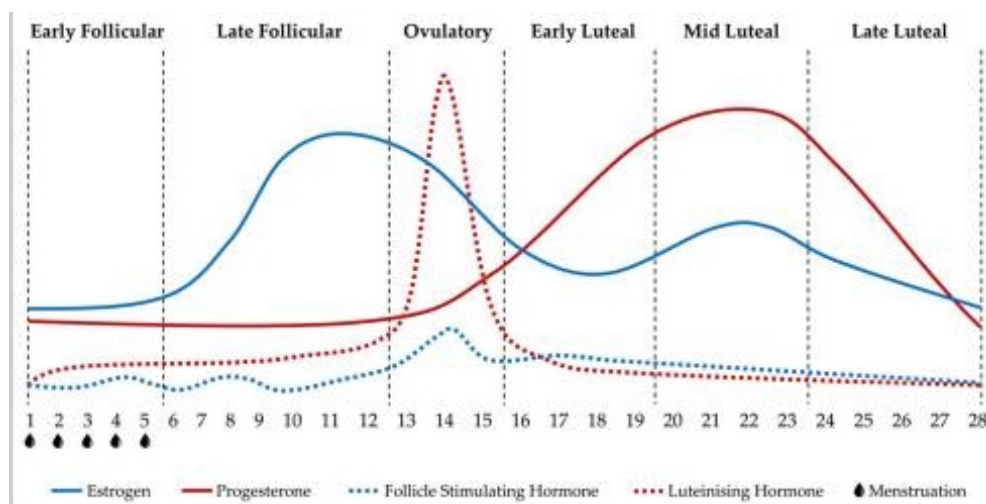


Figure 8 : Sous phase d'un cycle euménorrhéique [39]

Le calendrier approximatif est illustré dans la figure 7 cependant le moment de l'ovulation, et donc les différentes phases de MC, peuvent être très variables [40]. Cette variabilité est la raison pour laquelle des mesures telles que les tests urinaires de LH et les mesures d'œstrogènes et de progestérone sériques sont utilisées pour identifier avec précision la phase MC [41] [42].

1.3.1.1 La phase folliculaire

La phase folliculaire précoce commence par la menstruation, qui dure généralement de 4 à 6 jours. Pendant cette période, les concentrations d'hormones sexuelles féminines sont toutes relativement faibles et stables. La phase folliculaire se poursuit jusqu'à ce que l'ovulation se produise ; au cours de la phase folliculaire tardive, il y a une augmentation des œstrogènes à mesure que les follicules ovariens, contenant chacun un ovule, mûrissent. Lorsque l'œstrogène atteint un point critique, il y a une augmentation de la sécrétion d'hormone de libération des gonadotrophines, ce qui

provoque alors une augmentation rapide de la LH. Le pic de LH, à la fin de la phase folliculaire, déclenche l'ovulation, au cours de laquelle un follicule mature se rompt, libérant l'ovule dans l'utérus.

1.3.1.2 *La phase lutéale*

La phase lutéale précoce commence après l'ovulation ; pendant cette phase, le follicule rompu devient le corps jaune et sécrète de la progestérone et une petite quantité d'œstrogènes. La phase lutéale médiane contient le pic de progestérone et le second, plus petit pic d'œstrogène, pour préparer l'endomètre à l'implantation d'un ovule fécondé. La phase lutéale se terminera par la grossesse si un ovule fécondé est implanté. Si l'ovule reste non fécondé, le corps jaune se dégradera, provoquant une baisse de la progestérone et des œstrogènes au cours de la phase lutéale tardive alors que le cycle se prépare à redémarrer, la muqueuse utérine se détachant finalement, prête à recommencer la menstruation.

1.3.2 Régulation hormonale

Ce qui caractérise la régulation du cycle menstruel et lui confère sa grande complexité, c'est l'interdépendance entre tous les étages intervenant dans cette régulation : l'hypothalamus, l'hypophyse et les ovaires. L'étage supérieur stimule et module l'étage inférieur mais il subit à son tour l'influence des hormones induites par cette stimulation. Cette influence peut être positive, stimulant l'activité de l'étage supérieur, on parle alors de rétrocontrôle positif (feed-back en anglais), ou plus souvent négative, inhibant l'activité de l'étage supérieur et on parle alors de rétrocontrôle négatif.

Par ailleurs, des substances sécrétées au niveau ovarien interviennent dans la régulation du cycle menstruel et agissent uniquement localement. Plusieurs facteurs de croissance, cytokines et prostaglandines, participent de cette manière au développement folliculaire et à l'ovulation. On parle de la régulation paracrine pour des substances sécrétées dans l'ovaire et agissant au niveau de celui-ci, et de la régulation autocrine pour les substances sécrétées par la cellule et agissant au niveau de celle-ci.

Aussi un équilibre permanent et très subtil est nécessaire pour assurer une régulation du cycle menstruel. La grande complexité de cette régulation constitue également son point faible : beaucoup de facteurs liés à l'environnement (stress, longs voyages, rythme de vie), de multiples causes médicales ou des facteurs iatrogènes (d'origine médicamenteuse) peuvent perturber un déroulement normal du cycle menstruel.

L'utilisation de la surveillance de routine de la phase cycle menstruel dans le sport d'élite est de plus en plus répandue pour maintenir cet équilibre.

1.3.2.1 *Oestrogène*

Les œstrogènes sont représentés avant tout par l'estradiol, hormone féminine principale, et, à un moindre degré, par l'estrone et l'estriol, qui sont des métabolites de l'estradiol ; leur activité est beaucoup moins forte. Ils sont fabriqués de manière cyclique par l'ovaire mais également, en quantité moins importante, par les surrénales et la graisse.

Dans l'ovaire, l'estradiol est sécrété par certaines couches cellulaires du follicule (thèque interne, zona granulosa) et par le corps jaune. Par ailleurs, une importante partie des androgènes est transformée en estradiol grâce à une activité enzymatique (aromatase) des cellules de la zona granulosa.

L'estradiol agit au niveau génital mais également extra-génital et métabolique. Il s'agit de la principale substance responsable de la féminisation et de la féminité, dont l'action s'exerce de la naissance à la ménopause. La symptomatologie de la ménopause est d'ailleurs dominée par des signes résultant d'une carence en oestrogènes.

L'estradiol agit par l'intermédiaire de récepteurs spécifiques qui sont répandus avant tout dans la sphère génitale, mais également dans beaucoup d'autres tissus (os, foie, cerveau, peau) et notamment le LCA.

1.3.2.2 Progestérone

La progestérone est sécrétée presque exclusivement par le corps jaune. En conséquence, elle n'apparaît dans l'organisme qu'après l'ovulation. Son action se limite surtout à la sphère génitale, mais elle exerce également certains effets métaboliques. La progestérone agit, comme l'estradiol, par l'intermédiaire de récepteurs spécifiques présents dans le LCA. Toutefois, l'estradiol est nécessaire pour préparer et développer les récepteurs de la progestérone. En absence d'estradiol, l'action de la progestérone ne peut s'exprimer.

1.3.3 Hormones féminines et risque de blessures

1.3.3.1 Risque global

Il est connu depuis longtemps et fréquemment rapporté pour les athlètes féminines, que des niveaux bas permanents d'hormones sexuelles féminines, accompagnés de perturbations du cycle menstruel telles que l'aménorrhée, affectent la santé osseuse et augmentent le risque de fractures de fatigue [43].

L'incidence des perturbations du cycle menstruel est ainsi sensiblement plus élevée chez les athlètes que dans la population générale. De nombreuses athlètes contractent leurs troubles menstruels en n'augmentant pas de manière adéquate l'apport énergétique alimentaire en compensation de la dépense énergétique de l'exercice. [44]

1.3.3.2 Risque de lésion du LCA

La différence est frappante dans la prévalence des blessures liées au sexe, nous rappelons trois à six fois plus de lésions du ligament croisé antérieur (LCA) que les hommes [2][3]. Par conséquent la rupture du LCA est la blessure la plus pertinente si l'on veut étudier les différences de sexe dans le sport. De plus, ce constat épidémiologique de taux de lésions du LCA rend d'autant plus urgent l'élaboration de stratégies ou de recommandations susceptibles de réduire efficacement la prévalence des lésions spécifiquement chez les femmes.

Ainsi, de nombreuses études ont cherché à savoir si la survenue de ruptures du LCA est liée au profil hormonal et diffère donc entre les phases folliculaire, ovulatoire et lutéale du cycle menstruel. Plusieurs revues et méta-analyses, portant sur cinq [7], sept [3] et neuf études [45], ont depuis conclu qu'il existe une diminution du risque relatif de rupture du LCA en phase lutéale et que les athlètes féminines sont plus prédisposées aux ruptures du LCA pendant la phase pré ovulatoire du cycle menstruel.

Néanmoins ces revues portent sur la femme et non sur l'athlète et ne ciblent pas l'étiologie exacte de l'effet des hormones. Nous pourrions tirer des conclusions seulement après la compréhension du mécanisme direct et indirect de nos hormones sur les ligaments.

1.4 Enjeu social : la femme dans le sport

1.4.1 Influence du corps médical sur le corps de la femme sportive

1.4.1.1 *Le discours médical*

La Gynécologie et la Psychologie n'ont cessé de montrer scientifiquement au cours de l'histoire que les femmes sont fragiles, hypersensibles et prédisposées à développer des maladies liées à leur rôle social de reproductrices de l'espèce. Encore aujourd'hui la menstruation, très liée à ce rôle, est représentée péjorativement (hygiène, odeur, rapport sexuel...).

La médecine n'est pas neutre. Elle a participé à la construction des stéréotypes de genre. Le focus sur les organes sexuels va constituer la différenciation sociale. « LA » femme est caractérisée par la « spécificité » de son sexe (vagin, utérus, ovaires) et de sa fonction, l'enfantement.

La médecine est un monde d'hommes² dont le regard présente des biais de représentation genrée. Les explications biologiques, les planches anatomiques fonctionnent comme des vecteurs de distinctions, et de hiérarchisation. [46] Pierre Bourdieu, l'un des sociologues les plus importants de la seconde moitié du XXe siècle, décrit ce processus de biologisation du social : processus qui se sert des organes pour organiser la structure sociale. Les discours et études médicales traitent de la dissemblance mais construisent en fait la différence. [47]

1.4.1.2 *La femme sportive dans l'histoire*

Au début du XXe siècle, la réduction du corps des femmes à la capacité de reproduction va lui interdire certaines pratiques notamment athlétiques. Elles pourraient provoquer des fatigues, des conséquences néfastes pour la reproduction et des risques d'hémorragie.

Les activités physiques préconisées telles que la natation n'ont pas pour but l'émancipation de leur pouvoir corporel mais de conserver une bonne santé en vue de se préparer à être de bonnes mères. Quelques exemples sont cités ci-dessous :

² <https://www.biusante.parisdescartes.fr/histoire/medica/presentations/entree-femmes-en-medecine.php>

Edmond Desbonnet, 1906, physiologiste et médecin français, père de la culture physique en Europe et inventeur de la discothérapie : « *La mission de la femme étant en effet la maternité, il faut par tous les moyens possibles arriver à lui procurer la force nécessaire à l'accomplissement de cette mission, grandiose entre toutes* ».

Philippe Tissié, 1910, médecin français, hygiéniste, aliéniste et l'un des premiers neuro psychiatres en France : « *La femme fait le foyer par la maternité ... L'éducation physique rationnelle sera féminine ou ne sera pas* ».

Grimaud, médecin du XXe siècle en 1922 à propos de l'athlétisme : « *Quand, en effet, elle deviendra mère, à quoi lui serviront ses biceps si le cœur a été surmené, les nerfs surexcités, les organes nécessaires à la génération lésés par le contre-coup de chocs trop violents ?* ».

Ces discours d'autorité médicale ont freiné l'accès aux femmes à la pratique physique et à la pratique sportive. L'entrée du sport féminin dans les instances sportives associatives et compétitives s'est faite le plus souvent à la marge du sport masculin ou en retard. On peut par exemple noter que l'évolution du nombre de licenciées dans les institutions et le pourcentage de femmes concourant aux Jeux olympiques augmente. Il est passé de 26 % à Séoul en 1988 à 45 % à Rio de Janeiro en 2016 puis 49% à Tokyo 2021 [48].

Pour autant, le sport féminin reste en retrait qu'il s'agisse de la pratique féminine amateur ou de haut niveau. Le sport féminin est moins visible que le sport masculin dans la plupart des domaines. Le CSA nous rapporte en janvier que le sport féminin représente seulement 18 % des retransmissions sportives sur nos écrans. ³ Si on peut noter des évolutions, l'état des lieux du sport féminin montre une inégalité criante à tous les niveaux. ⁴

Dans le domaine médical, les femmes sont significativement sous-représentées dans toutes les revues : le pourcentage moyen de participantes par article dans les revues varie de 35 % à 37 %. [49] [50] Cette disparité entre les sexes doit être pris en considération par les praticiens de la médecine du sport et de l'exercice.

1.4.2 Le cycle menstruel et le sport actuellement

1.4.2.1 Stéréotypes de genre dans le sport

Dans le sport il existe de nombreuses croyances qu'une étude Décathlon nous illustre avec quelques exemples « sous performance en période de règle », « si l'on a des douleurs il ne faut pas bouger », « arrêt de sport en période de règles ». [51]

³<https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/2021-01-19/pourquoi-le-sport-feminin-est-toujours-aussi-peu-mediatisé-9c2e129d-43b9-4fdf-a9d2-e7acd76a3436>

⁴ https://fr.statista.com/themes/3653/les-femmes-et-le-sport/?fbclid=IwAR0US6dEo8PaAVO5oocawHh6CEXzTYeZpGmD4D8Dy51Pa0I_zPb6jkcUXAQ#dossierKeyfigures

En effet certaines déclarations de sportives d'élites continuent de choquer la sphère sportive. Par exemple le sujet était devenu l'un des plus discutés du Twitter chinois, Weibo, pendant les Jeux de Rio en août 2016. Interrogée sur sa contre-performance au relais 4 x 100 mètres féminin, la nageuse chinoise Fu Yuanhui avait expliqué sans détour sur la chaîne nationale CCTV qu'elle se sentait « particulièrement fatiguée » à cause de ses règles, « arrivées » la veille.

Bien que la fonction principale des hormones sexuelles féminines soit la reproduction, la recherche prouve que les concentrations changeantes d'œstrogène et de progestérone à travers le cycle menstruel exercent divers effets sur de multiples systèmes physiologiques, y compris les paramètres cardiovasculaires, respiratoires, métaboliques et neuromusculaires. [52] [53] [54]. Cependant il n'affecte en rien les performances sportives malgré ce que l'on pourrait penser [55][56][57]. Il n'existe donc pas de sous performance en période de règle. Paula Radcliffe, championne du monde de cross-country longue distance nous la prouvé en remportant le marathon de Chicago en battant nettement le record du monde (2 h 17 min 18 s) en 2001, le premier jour des menstruations de son cycle. ⁵

1.4.2.2 Impact du cycle menstruel sur la qualité de vie

Les athlètes féminines éprouvent une variété de symptômes physiques et émotionnels en raison de leur cycle menstruel, ce qui peut affecter négativement leur santé, leur bien-être et leurs performances sportives [58] [59] [60]. De plus, la prévalence d'athlètes utilisant des contraceptifs hormonaux est très élevée : 49,5 % [37] mais des effets secondaires négatifs ont été rapportés avec leur utilisation. On y décompte la dépression [61], la capacité aérobie maximale réduite [62], des réponses inférieures à l'entraînement au sprint [63] et la prise de poids [37].

Il existe une importante variabilité interindividuelle conduisant à des perturbations menstruelles. La première est l'aménorrhée = absence de flux menstruel, oligoménorrhée = diminution du volume et de la durée des règles, menstruations irrégulières, anovulation = Suspension ou arrêt de l'ovulation. Elles sont plus fréquentes chez les sportifs de haut niveau. [44]

C'est surtout le syndrome prémenstruel qui représente une gêne pour les athlètes plus que les menstruations. C'est l'ensemble des symptômes qui surviennent la semaine précédant les règles. Ces symptômes peuvent être associés ou isolés de façon variable. [64]

Ces symptômes peuvent être physiques :

- Prise de poids prémenstruelle, sensation de gonflement, de rétention d'eau, augmentation de l'appétit qui vient gêner les sportives dans le maintien de la catégorie de poids ;
- Les œstrogènes stimulent le système de régulation : rénine – angiotensine – aldostérone et sont responsable d'une augmentation du volume d'eau extracellulaire
- Tension mammaire et mastodynies
- Douleurs musculaires et crampes
- Nausées, céphalées
- Acné

⁵ <https://www.lequipe.fr/Tous-sports/Article/Pour-en-finir-avec-le-tabou-des-regles/778649>

Des symptômes psychiques tels qu'une perte d'énergie, de la fatigue, de l'irritabilité, une plus grande sensibilité au stress et des troubles du sommeil.

En 1992 l'American College of Sports Medicine (ACSM) décrit la notion de "triade de la femme sportive". Elle souligne l'impact d'une pratique trop intensive d'une activité sportive sur le cycle menstruel. Cette triade est définie par une aménorrhée, des troubles du comportement alimentaire et une déminéralisation des os chez les femmes pratiquant une activité sportive importante. Parmi les 170 athlètes de 6 lycées californiens, 18,2 %, 23,5 % et 21,8 % répondaient aux critères de troubles de l'alimentation, d'irrégularité menstruelle et de faible masse osseuse, respectivement. [65]

Cependant ce n'est pas la pratique sportive qui est la cause directe des troubles mais les conséquences mal gérées des entraînements sur la santé des athlètes femmes. L'aménorrhée peut toucher toutes sortes de sportives, mais certaines catégories sont plus à risque. Ainsi, on retrouve un fort taux d'aménorrhées chez les sportives devant entretenir un poids corporel bas et une silhouette fine comme la gymnaste, la nageuse, la coureuse de fond ou la danseuse classique [66].

1.4.2.3 *Prise en charge de la sportive de haut niveau*

Estelle Nze Minko, handballeuse membre de l'équipe de France, a entamé une tribune parue en mai 2020 sur le site de l'association Règles élémentaires, qui lutte contre la précarité menstruelle en France. « Je fais du sport de haut niveau depuis plus de 10 ans et l'on m'a posé des questions sur mes menstruations pour la première fois l'année dernière." ⁶ Un questionnaire réalisé sur 124 athlètes décompte en effet 76 % n'ayant pas discuté des menstruations avec leurs entraîneurs. [67]

Cette déclaration témoigne de deux problèmes majeurs : le tabou existant autour des menstruations et le manque d'information des sportives sur le sujet. Solli et al. [60] ont rapporté que seulement 8% des athlètes féminines d'endurance d'élite estimaient qu'elles avaient suffisamment de connaissances sur les cycles hormonaux féminins. De plus, des connaissances limitées sur les effets de l'utilisation de contraceptifs hormonaux sur la santé, le bien-être et les performances sportives ont été rapportées par des athlètes féminines [49] [1].

Néanmoins les clubs et entraîneurs se responsabilisent de plus en plus au fil des années. Certaines applications innovantes voient le jour tel que FitrWoman et FitrCoach. FitrWoman est la première application au monde à fournir des suggestions d'entraînement et de nutrition quotidienne adaptées au cycle menstruel.⁷ L'équipe américaine féminine de football, sacrées championnes lors de la coupe du monde en 2019 et les championnes britanniques de la Super League féminine Chelsea ont déclarées utiliser l'application pour leur entraînement.

Les analyses thématiques ont révélé trois principaux obstacles à la communication : les connaissances, les relations interpersonnelles et les structures. Pour surmonter les obstacles perçus à la communication, un modèle en Suède est proposé pour améliorer les connaissances, développer les

⁶ https://www.regleselementaires.com/actualites/2020-05-05_le-coup-de-sang-d-estelle-nze-minko-copy/

⁷ <https://www.catapultsports.com/fr/blog/women-in-sport-georgie-bruinvels-research-scientist-at-orreco-and-fitrwoman>

relations interpersonnelles et renforcer les systèmes structurels par le biais d'échanges éducatifs et de forums de discussion ouverts. Il s'agit de sessions d'éducation en ligne sur les cycles hormonaux féminins et la performance sportive puis d'entretiens de groupe de discussion semi-structurés [68].

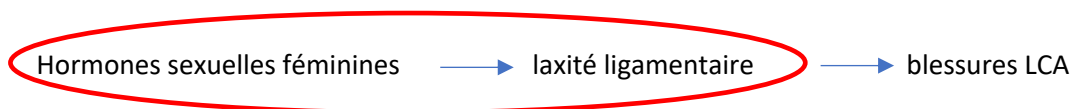
1.5 Hypothèse et Intérêt de l'étude

1.5.1 Intérêt de l'étude

Une grande partie de la recherche dans le domaine de la science du sport a été menée sur des hommes [49] et les résultats de cette recherche ont été appliqués de manière inappropriée aux athlètes féminines [69]. Or, la fluctuation des concentrations d'hormones sexuelles féminines au cours des différentes phases du cycle menstruel est une considération importante en matière de prévention des risques de blessures des athlètes féminines.

Le masseur-kinésithérapeute doit faire face aux exigences du sportif, en quête d'excellence et celles de l'entraîneur, en quête de résultats. C'est un professionnel de santé essentiel en matière de préparation sportive, de prévention des blessures et de rééducation.

Après les récents travaux établissant un lien de causalité entre la laxité ligamentaire et les blessures du LCA [70] puis précisément des hormones sexuelles féminines sur la laxité du LCA, il ne peut être que pertinent d'approfondir la recherche spécifiquement sur ce sujet. En effet, le développement de cette revue pourrait améliorer la compréhension de l'impact indirect du cycle menstruel peut avoir un impact sur les blessures des athlètes.



L'intérêt de l'étude est de déterminer quelle sous phase du cycle menstruel joue le plus sur la laxité ligamentaire. Ainsi, le kinésithérapeute à long terme pourra adapter ses programmes d'entraînement, de récupération et de surveillance des athlètes en tenant compte des différentes phases du cycle, pour les femmes sportives. Elle représente également un intérêt chez la femme sportive et les différents professionnels de santé.

1.5.2 Question étiologique basée sur le modèle PICO

La question de recherche de cette étude est formulée selon l'acronyme de recherche PICO.

Population	Population étudiée	Femmes sportives
Intervention	Facteur de risque (FR)	Cycle menstruel
Comparateur	Population de comparaison non affectée par le FR	Groupe contrôle sans facteur hormonal
Critère de jugement - Outcome	Évènement de santé	Augmentation laxité LCA

Tableau 1 : Question de recherche selon le modèle PICO

1.5.3 Objectif de l'étude

Cette revue a pour objectif :

- De mettre en évidence le rôle des hormones sexuelles comme étant un facteur intrinsèque majeur influant sur la laxité du LCA
- Mettre en lumière les études portant sur les sportives en démontrant les enjeux de la complexité physiologique féminine
- Améliorer la prévention et l'information des athlètes féminines sur les risques hormonaux

2. METHODE

2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1 Types d'études

L'épidémiologie est une discipline scientifique qui étudie :

- La fréquence des problèmes de santé (maladies, accidents), leur distribution au sein des populations humaines.
- Les facteurs qui conditionnent leurs fréquences (agents infectieux, comportements, facteurs environnementaux, génétiques...)

Elle répond à deux grands objectifs (décrire, interpréter) reposant sur 3 grands types d'approches :

- L'épidémiologie descriptive : décrit la distribution des problèmes de santé dans une population.
- L'épidémiologie analytique : met en évidence l'association entre l'exposition à un facteur et la survenue d'une maladie (ou plus largement d'un problème de santé).
- L'épidémiologie évaluative : mesure l'impact d'une action de prévention ou de traitement sur la population étudiée.

Cette revue correspond à une étude épidémiologique analytique qui se porte sur le lien entre les hormones féminines et la laxité du LCA. Ainsi nous allons donc nous appuyer sur 3 grands types de protocoles dans les études :

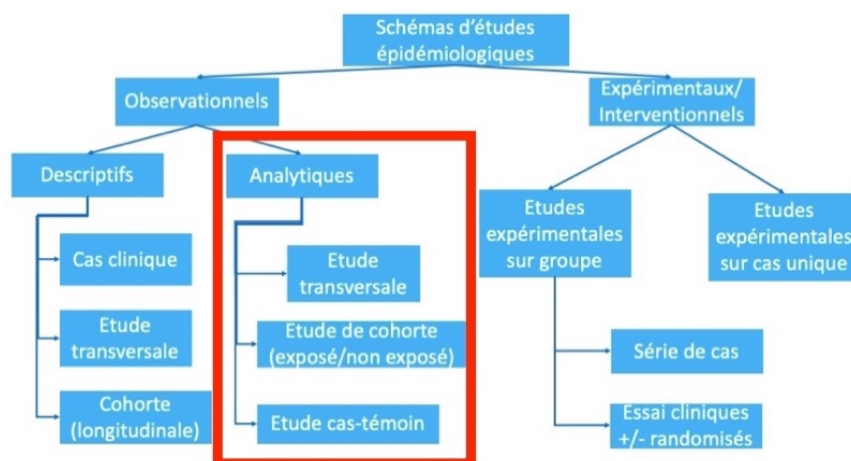


Figure 9 : les différents schémas d'études épidémiologique

- **Les études de cohorte, ou « exposé/non exposé ».**

Les sujets sont sélectionnés sur la base de leur exposition au facteur et suivis pour voir s'ils développent la maladie. On va comparer la probabilité de survenue de la maladie (incidence) d'un groupe de

personnes exposées à un facteur à la probabilité de survenue de la maladie d'un autre groupe de personnes non exposées à ce facteur. Ce sont des enquêtes dites prospectives.

Le suivi et le recueil de l'information concernant la maladie se fait postérieurement à l'enregistrement sur l'exposition au facteur étudié.

- **Les études cas/témoins**

Les sujets sont sélectionnés sur la base de leur statut vis à vis de la maladie. On va comparer la fréquence d'exposition au facteur dans un groupe de sujets malades (cas) par rapport à la fréquence d'exposition au facteur dans un groupe de sujets non malades (témoins). Ce sont des enquêtes rétrospectives.

- **Les études transversales**

Ce sont des études descriptives qui mesurent dans une population à la fois une maladie ou sa prévalence et le degré d'exposition à un facteur à un instant t. Un seul échantillon représentant la population générale et faisant état de caractéristiques semblables est utilisé. Ces études ne nécessitent pas de suivi dans le temps. Elles représentent le plus bas niveau de preuve.

Pour répondre à notre hypothèse, les études de cohortes seront les plus pertinentes en considérant le facteur de risque comme étant l'exposition aux hormones féminines et le problème de santé publique la laxité du LCA.

Pour démontrer l'existence d'un lien de causalité, nous utiliserons le test des différences de moyenne. Elle permet de tester si deux moyennes diffèrent d'une constante spécifiée.

2.1.2 Population

La population ciblée est la femme en phase pré-ménopausique avec un cycle menstruel régulier, pratiquant une activité sportive régulière sans antécédents de blessures ligamentaires des croisés.

Cibler notre recherche sur les athlètes permet de se restreindre à une catégorie physiologique particulière. Cela permet de réduire au maximum l'hétérogénéité entre les sujets, déjà constatée avec une variabilité interindividuelle très grande entre les femmes.

2.1.3 Facteur de risque

Il a été prouvé que les fluctuations hormonales féminines représentent un facteur de risque sur la modification de laxité ligamentaire. Nous cherchons donc à approfondir le lien établi entre l'intervention des œstrogènes et de la progestérone sur la mesure de la laxité du LCA au cours des différentes phases du cycle folliculaire, ovulatoire et lutéale.

2.1.4 Événement causé par le facteur de risque

Les variations hormonales du cycle menstruel ont un impact sur le risque de lésions du LCA. Herzberg et al [71] démontre dans sa méta-analyse datant de 2017 que la phase ovulatoire représente la phase la plus à risque de blessure au cours du cycle menstruel. En parallèle l'hyperlaxité ligamentaire aussi constitue un facteur de risque majeur dans les lésions dites « non-contact » du LCA.

Notre hypothèse est que la laxité du LCA augmente significativement au cours de la phase ovulatoire du cycle menstruel.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires

Pour réaliser cette revue, nous avons utilisé 3 banques de données scientifiques PubMed, Kinédoc et Cochrane Library.

2.2.2 Équation de recherche

La question de recherche a pu être formulée en s'appuyant sur le modèle PICO. Celle-ci est définie par plusieurs mots clefs choisis spécifiquement. [72]

L'équation sur le moteur de recherche apparaît ainsi : laxity AND menstrual cycle

	Pubmed	kinédoc	Cochrane
Equation de recherche	laxity AND menstrual cycle	laxité ET cycle menstruel	laxity AND menstrual cycle
Nombre d'articles	60	1	2

Tableau 2 : Équation de recherche par base de données

2.3 Méthodologie d'extraction et d'analyse des données

2.3.1 Méthode de sélection des études

A partir de cette équation, nous avons obtenu 60 articles sur Pubmed, 2 sur Cochrane Library et 1 sur Kinédoc soit 63 articles. Au final, après élimination des doublons (un exclu) et des revues de littératures (8 exclues), 54 articles ont été retenus.

La sélection des études a été réalisée en plusieurs étapes.

- 1) Lecture des titres : Cela constitue la première phase de la sélection de mes articles. La lecture du titre nous donne un premier aperçu du sujet abordé. J'ai éliminé les articles ne concernant pas les femmes.

- 2) Sélection du type d'études : Les études intéressant ma revue de littérature sont les études cas/témoins, les études de Cohorte et transversale. J'ai donc exclu tous les autres types d'étude (essais cliniques, études de cas...).
- 3) Lecture des abstracts : C'est la troisième phase pour la sélection de mes articles. En effet l'abstract contient le résumé de l'article, la méthode, l'objectif, le résultat et la conclusion. Je dois donc regarder si l'objectif de l'article correspond bien à l'objectif de cette revue de littérature, le type d'études, si la population correspond bien à mes critères d'inclusion et enfin si le résultat a une valeur significative ou pas. J'ai donc éliminé tous les articles qui n'avaient pas un abstract intéressant pour cette revue.

2.3.1.1 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion des articles à la revue sont les suivants :

- La langue : pas de restriction de langue
- La date : pas de restriction de date
- Le type d'article : études de cohorte, transversales ou cas-témoins répondant à une question étiologique.
- La population : des femmes, en période post-puberté et pré-ménopausique ayant un cycle hormonal régulier et une activité sportive régulière.
- Méthodologie de mesure de la laxité ligamentaire équivalente : usage d'un arthromètre type KT-1000 ou KT-2000

2.3.1.2 Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion des articles répondent aux critères d'inclusion et sont :

- Les articles identifiés plusieurs fois (doublons).
- Le type d'étude : les revues systématiques ou méta-analyses, les essais cliniques randomisés.
- Une qualité méthodologique de l'article jugée insatisfaisante.
- La population : âge de pré-puberté et post-ménopausique, avec un traitement hormonal et/ou ablations du système reproducteur, ne pratiquant pas d'activités sportives.
- Femmes avec antécédents de lésions du LCA ou ayant subi une ligamentoplastie des croisés

2.3.2 Évaluation de la qualité méthodologique

L'évaluation de la qualité d'un article nécessite une « lecture critique ». En effet, pour la pratique médicale, il est important d'évaluer la fiabilité et la pertinence d'un résultat avant sa mise en application éventuelle. [73]

La qualité méthodologique d'une étude repose sur la triade suivante :

- **Validité interne** : Absence de biais, réalité statistique du résultat, résultat issu d'une démarche hypothético-déductive épistémologiquement valide
- **Validité externe** : Résultat confirmé par au moins un autre, méta-analyse sans hétérogénéité

- **Pertinence clinique et extrapolabilité** : taille du bénéfice cliniquement pertinente, précision de l'estimation suffisante pour éliminer un effet trop petit pour être cliniquement pertinent, critère pertinent et correspondant à un objectif thérapeutique, comparateur adapté, définition de la pathologie et patients représentatifs de ceux vus en pratique médicale courante, contexte de soins similaire à celui de la pratique courante

Pour la validité interne, les articles retenus pour cette revue de littérature ont été évalués via l'échelle d'évaluation NEWCASTLE-OTTAWA SCALE (NOS) (Annexe 1 et 2). C'est une méthode d'évaluation de la qualité d'études non-randomisées (notamment les études cas/témoins, les études de Cohorte et les études transversale). Cette échelle donne un score sous forme d'étoiles.

Ces étoiles sont attribuées selon trois types de biais recherché :

- La sélection des groupes
- La comparabilité des groupes
- La vérification de l'exposition ou de l'issue (selon le type d'étude).

Elle présente huit critères délivrant 1 ou 2 étoiles, et donne une note finale pouvant s'élever jusqu'à un maximum de 9 étoiles pour les études de cohorte et cas/témoins et 10 étoiles pour les études transversales. Un score inférieur ou égal à 3 correspond à une étude de faible qualité méthodologique, un score entre 4 et 7 à une qualité moyenne et si le score est supérieur à 7 étoiles la qualité est considérée comme haute.

La validité externe et la pertinence clinique ne sont soumises à aucune évaluation particulière mais il est important de les vérifier :

- La validité externe permet de vérifier la cohérence des résultats de l'étude avec les autres études traitant ce sujet et avec les connaissances existantes.
- La pertinence clinique permet d'évaluer l'effet de taille de l'étude, et permet de savoir si le résultat est applicable dans la pratique de tous les jours.

2.3.3 Méthode d'extraction des données

L'objectif est d'interpréter les résultats des différentes études sélectionnées pour répondre à notre question de recherche. Pour cela, les données répondant aux critères PICO seront relevées et synthétisées dans un tableau pour permettre une analogie ou une comparaison des résultats plus efficacement. Il donnera une vue d'ensemble sur les informations et l'homogénéité ou l'hétérogénéité des articles.

Nous y retrouverons donc pour chaque étude :

- Ses caractéristiques propres (Auteur, année de publication, design de l'étude, durée).
- Les patientes avec leurs critères de sélection et leurs spécificités.
- La méthode de prélèvement du taux d'hormone.
- La méthode de mesure de la laxité ligamentaire.
- Le nombre de phases mesurées

2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

A la suite de chaque étude leurs résultats statistiques seront exposés à l'aide d'un tableau. Les résultats seront analysés de manière narrative et quantitative. La mesure de la laxité ligamentaire et du taux d'hormones, nos principaux critères de jugements, seront bien pris en compte.

Après avoir confronté toutes les études entre elles, un diagramme en forêt nous permettra de déterminer si les résultats sont concordants. En somme je pourrais observer si notre hypothèse se confirme et met en évidence ou non une phase ovulatoire davantage laxe sur les athlètes étudiées.

3. RESULTATS

3.1 Description des études

3.1.1 Processus de sélection des études

Le diagramme de flux est un graphique illustrant les étapes de sélection de données, en utilisant des entrées et des sorties. C'est un modèle qui correspond entièrement à notre acheminement d'inclusion des articles.

Sur les 54 articles initiaux, je n'ai conservé que 6 articles. Il y a eu trois grandes phases d'exclusion :

- La majeure partie des articles non sélectionnés ne correspondaient pas à mon sujet dès la lecture du titre.
- Parmi les articles sélectionnés 15 ont été exclus principalement car la population n'était pas ciblée sur les sportives ou non précisée, or notre étude est orientée spécifiquement sur cette population.
- Les dernières études ont été exclues pour causes diverses, telles qu'une divergence d'outil de mesure, d'objectifs ou encore de protocole.

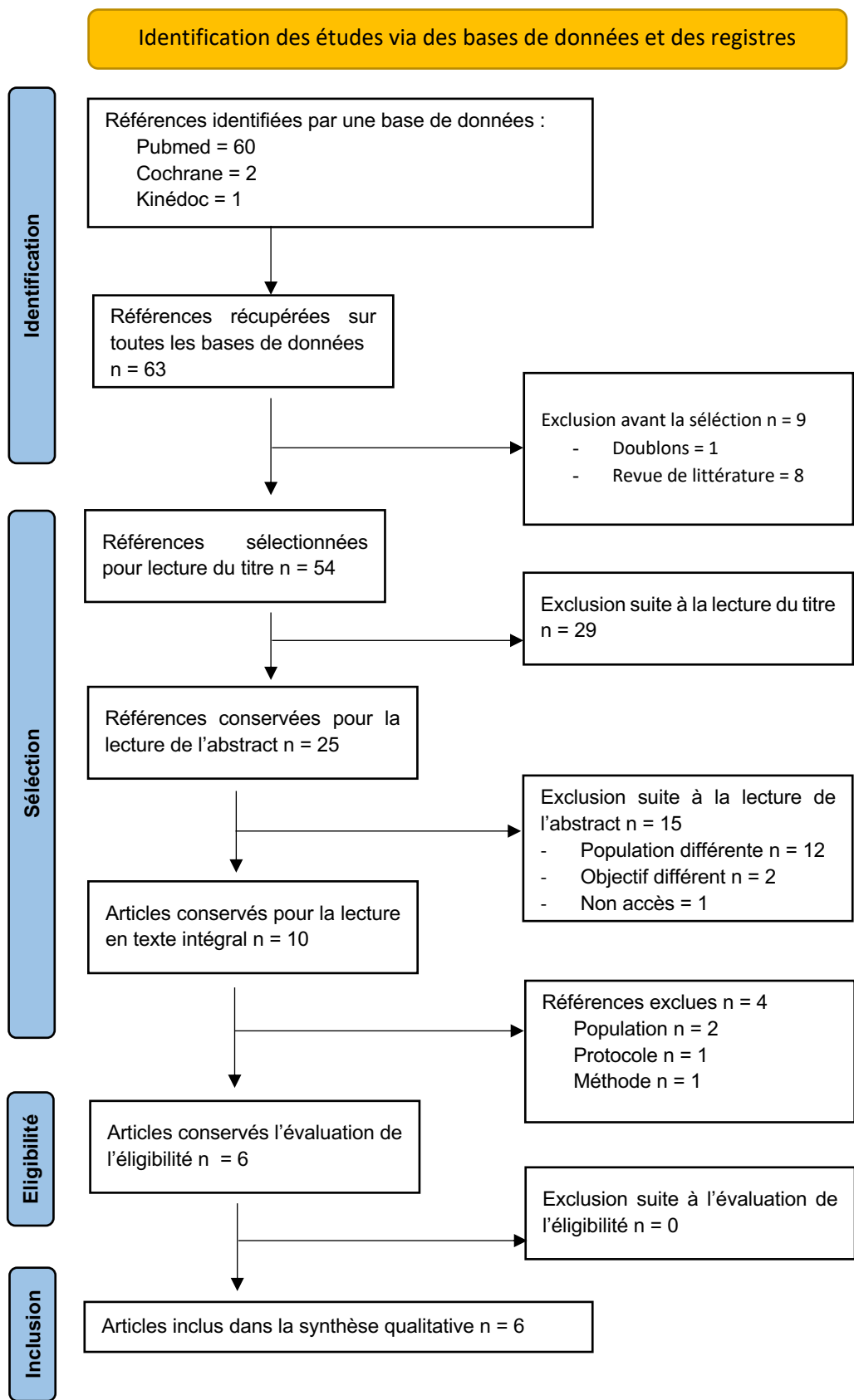


Figure 10 : Diagramme de flux

3.1.2 Études exclues

Lors de la lecture des abstracts 15 études ont été enlevées de la sélection pour différentes raisons :

Auteur (Année)	Type d'étude	Motif d'exclusion
Maruyama (2021)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Yamazaki (2021)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Shagawa (2021)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive » + seulement 2 phases mesurées
Park (2009)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Schultz (2004)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Shafiei (2016)	Cohorte	Méthode = mesure avec le test de Lachman et pas avec l'arthromètre de genou
Heitz (1999)	Cohorte	Population = « femmes actives » seulement et aucun critère d'inclusion sur la pratique sportive
Schultz (2012)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Schultz (2010)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Hicks Little (2007)	Cohorte	Lien de l'étude non accessible sur les bases de données électroniques
Lee (2013)	Cohorte	Population = critère d'inclusion « non sportive »
Schimtz (2013)	Cohorte	Objectif = Décrire la courbe charge-déplacement antérieure
Van Lunen (2003)	Cohorte	Population : femmes « légères à modérément actives »
Park (2009)	Cohorte	Objectif : mécanique des articulations du genou comparée + Population : « femmes en bonne santé »
Beynnon (2005)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Schultz (2005)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Shultz (2009)	Cohorte	Protocole d'étude : pas de résultat en phase ovulatoire
Schultz (2006)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »
Deie (2002)	Cohorte	Population = pas de critère d'inclusion « sportive »

Tableau 3 : Résumé de l'exclusion des études

3.1.3 Liste des études incluses

Les études sélectionnées se basent sur le même design d'étude, des critères d'inclusion et d'exclusion similaires ainsi qu'un outil de mesure de laxité identique.

Auteur	Année	Titre de l'article
Belanger et al. [74]	2004	Knee Laxity Does Not Vary With the Menstrual Cycle, Before or After Exercise
Eiling et al. [75]	2007	Effects of menstrual-cycle hormone fluctuations on musculotendinous stiffness and knee joint laxity
Hertel et al.[76]	2006	Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes
Karageanes et al.[77]	2000	The Association of the Menstrual Cycle with the Laxity of the Anterior Cruciate Ligament in Adolescent Female Athletes
Park et al. [78]	2009	Relationship between knee joint laxity and knee joint mechanics during the menstrual cycle
Pollard et al. [79]	2006	Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity

Tableau 4 : Liste des études incluses

3.1.4 Synthèse des études incluses

Auteur (Année)	Pays	Design	Taille échantillon	Population	Age moyen	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion	Méthode de mesure de laxité	Évaluation du cycle menstruel	Phases mesurées
Belanger et al. (2004)	États-Unis	Cohorte prospective	18	Athlètes de haut niveau	Lycéenne / universitaire	- Bonne santé - Examen des genoux normaux - Sportive	- Cycle menstruel irrégulier - Antécédent de blessure du LCA - Examen du genou anormal	KT-2000 arthromètre de genou	Température orale et basale + menstruations	Folliculaire Ovulatoire Lutéale
Eiling et al. (2007)	Allemagne	Cohorte prospective	11	Athlètes de l'équipe régionale de netball	16.3 ± 0.65 ans	- Avoir des menstruations régulières pendant 3 mois - Menstruées depuis >1an - Amplitude de mouvement normale	- Antécédent de blessure des genoux - Prise de contraceptifs oraux depuis plus de 3 mois	KT-2000 arthromètre de genou	Hormones par prélèvement sanguin et questionnaire	Folliculaire Ovulatoire Lutéale
Hertel et al. (2006)	États-Unis	Cohorte prospective	14	Athlètes de football ou cheerleading	19.3 ± 1.3 ans	- Cycle menstruel régulier	- Antécédent de blessure des genoux - Antécédent de troubles menstruels - Prise de contraceptifs oraux	KT-2000 arthromètre de genou	Hormones par prélèvement urinaire	Folliculaire Ovulatoire Lutéale
Karageanas et al. (2000)	États-Unis	Cohorte prospective	26	Athlètes d'équipes lycéennes de gymnastique, de football, d'athlétisme, de tennis et de basketball	15.65 ± 0.98 ans (intervalle 14-18)	- Pas de cycle menstruel manqué en 6 mois - Menstruées depuis >1an - Cycle menstruel régulier et normal	- Antécédent de blessure des genoux - Antécédent de troubles menstruels - Prise de contraceptifs oraux	KT-1000 arthromètre de genou	Calendrier menstruel	Folliculaire Ovulatoire Lutéale
Park et al. (2009)	Canada	Cohorte prospective	25	Athlètes	22.7 ± 3.5 ans	- Cycle menstruel régulier et normal	- Prise de contraceptifs oraux - Antécédent de blessure des genoux - Antécédent de troubles menstruels	KT-2000 arthromètre de genou	Hormones par prélèvement sanguin	Folliculaire Ovulatoire Lutéale
Pollard et al. (2006)	États-Unis	Cohorte prospective	12	Athlètes avec antécédents de participation à des sports en compétition au lycée qui comprenaient le basketball, le volleyball, le hockey sur gazon, le volleyball et le football	24.8 ± 7.8 ans	- Activité sportive 4 fois par semaines d'une durée de 45 min minimum depuis 2 mois min - Cycle menstruel régulier	- Antécédent de blessure des genoux et pas de blessure durant toute la durée de l'étude - Prise de contraception orale depuis 6 mois	KT-1000 arthromètre de genou	Hormones par prélèvement sanguin	Folliculaire Ovulatoire Lutéale

Tableau 5 : Caractéristiques des études incluses

3.2 Risque de biais des études incluses

Les biais d'une étude sont des erreurs méthodologiques pouvant modifier les résultats obtenus lors de l'analyse des critères de jugement. Ils peuvent être présents tout au long de l'étude.

3.2.1.1 Grille de Newcastle-Ottawa Scale

L'échelle Newcastle Ottawa des études non randomisées a été utilisée afin d'évaluer la validité interne des études incluses. Cette échelle existe en trois versions en fonction des différents schémas d'étude, la version concernant les études de cohorte a été sélectionnée.

Cette échelle possède un système d'étoile à attribuer en fonction des items. Certains critères peuvent se voir accorder 2 étoiles. Cette évaluation permet ensuite de juger de la qualité méthodologique de l'étude, à savoir bonne, passable ou mauvaise.

Étude (Année)	Sélection				Comparabilité	Résultat			Score Total /9	Niveau de qualité
	Représentativité cohorte exposée	Sélection des cohortes non exposés	Détermination de l'exposition	Non- présence de l'événement au début de l'étude		Évaluation du critère de jugement	Temps des suivis	Suivi des cohortes		
Belanger et al. (2004)	★		★				★	★	4/9	Qualité faible
Eiling et al. (2007)	★		★	★			★	★	5/9	Qualité satisfaisante
Hertel et al. (2006)	★		★	★			★	★	5/9	Qualité satisfaisante
Karageanes et al. (2000)	★		★	★			★	★	5/9	Qualité satisfaisante
Park et al. (2009)	★		★	★			★	★	5/9	Qualité satisfaisante
Pollard et al. (2006)	★		★	★			★	★	5/9	Qualité satisfaisante

Tableau 6 : analyse des études via l'échelle Newcastle Ottawa (études de cohorte)

On trouve 3 catégories :

- Sélection avec 4 items
- Comparabilité avec 1 item
- Critère de jugements avec 3 items

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés dans les études incluses

Les biais potentiels des études observationnelles peuvent influencer les résultats des études et doivent donc être identifiés. Il sera nécessaire que les critères soient clairement rédigés et respectés pour qu'une étoile soit attribuée.

3.2.2.1 Biais de sélection

Les biais de sélection correspondent à une différence de caractéristiques entre celles de l'échantillon et celles de la population cible. L'échantillon est dit non représentatif. La généralisation des résultats de l'étude pour la population cible est caduque et/ ou doit être discutée.

Sélection des sujets non exposés

Dans le cas présent, lors de l'intégration initiale, aucune de nos études ne présente de groupe contrôle ou « un groupe de cohorte non exposés ». En effet, l'analyse des études et le suivi de la population se déroule en intra groupe car il n'existe pas de groupe contrôle féminin sans cycle menstruel.

Le biais de vérification

Le biais de vérification se produit lorsqu'une partie de la population de l'étude est plus ou moins susceptible d'être intégrée dans les résultats finaux. Ce biais est illustré par le 4ème critère de la catégorie « sélection » de l'échelle Newcastle Ottawa : « démonstration que le résultat d'intérêt n'était pas présent au début de l'étude ».

En effet pour évaluer la période du cycle menstruel, *Belanger et al* a utilisé la température basale et orale puis s'est basé sur les menstruations. *Kaeajeanes et al* a seulement utilisé un calendrier menstruel. Au vu de la variabilité intra-sexe présente dans le cycle menstruel féminin, ce n'est pas suffisant pour s'assurer de prendre la mesure dans les bonnes temporalités. Nous ne sommes pas certains de la non-présence d'œstrogène ou de progestérone au début de l'étude.

Biais d'attrition

Les sujets sortent de l'essai au cours du temps (arrêt suite à un critère d'exclusion, arrêt volontaire, interruption d'intervention, décès, etc.). Dans l'étude de *Belanger et al* sur les 27 participantes, 7 ont été exclues suite aux différents critères d'inclusions et 2 n'ont pas eu leurs règles au cours de la période de suivi. Ces sorties modifient les caractéristiques du groupe recruté de façon aléatoire.

Le biais de confusion

Le biais de confusion fait apparaître une association entre le résultat et l'exposition lorsqu'il n'y en a pas, ou masque une véritable association. Les interventions étudiées sont associées à de nombreux facteurs de perturbations complémentaires. Ces dernières peuvent faire croire à l'existence d'une relation d'association entre les caractéristiques étudiées et la survenue de la lésion.

La laxité du LCA étant multifactorielle, ce biais concerne chaque étude car ils ne prennent pas en compte l'ensemble des facteurs.

3.3 Effets de l'intervention sur le critère de jugement de ma revue

3.3.1 Extraction des données

Le but de l'extraction des données est de mettre en évidence les changements de laxité au cours du cycle menstruel pour chaque étude. Pour rappel notre hypothèse est que la phase ovulatoire représente la laxité la plus haute. Nous allons objectiver cette hypothèse grâce au calcul de la différence entre les moyennes de la phase ovulatoire avec la phase folliculaire et lutéale.

La différence moyenne, ou différence de moyennes est présentée dans les tableaux récapitulatifs des résultats de chaque étude. Elle mesure la différence absolue entre la valeur moyenne dans deux groupes différents. Ici la phase ovulatoire, utilisée en groupe contrôle, est comparée avec la phase mi-folliculaire et mi-lutéale pour répondre à l'hypothèse de cette revue.

Afin d'obtenir des résultats statistiquement significatifs, on doit retrouver au minimum 95% de chance d'avoir un résultat qui n'est pas dû au hasard, c'est-à-dire que la probabilité p doit être inférieure à un risque d'erreur alpha défini à 5% ($p < 0,05$).

Le coefficient de corrélation est la mesure spécifique qui quantifie la force de la relation linéaire entre deux variables d'une analyse de corrélation. Le coefficient est noté r dans un rapport de corrélation. Certaines études font apparaître le coefficient de corrélation pour la laxité entre les différentes phases du cycle menstruel certaines nous donne seulement les données sous forme de moyenne.

Le test ANOVA à un facteur a été utilisé dans mes études car j'étudie les effets d'une variable quantitative et qualitative. L'ANOVA est un test statistique qui généralise le test t – Student au cadre de comparaisons de plusieurs moyennes.

- **Belanger et al (2004)** [74]

L'analyse statistique des données brutes de translation tibiale antérieure n'a révélé aucune différence significative ($p > 0,05$) sur laxité du genou en fonction de la phase du cycle menstruel.

	Nb sujets	Folliculaire	Ovulatoire	Lutéale	p value
Laxité 134N (mm) \pm ET	18	4,6 \pm 1,2 IC 95% [4,0-5,2]	4,8 \pm 1,2 IC 95% [4,2-5,4]	4,7 \pm 1,2 IC 95% [4,1-5,3]	$p > 0,05$

Comparaison	Ovulatoire / Mi-folliculaire	Ovulatoire / Mi lutéale
Différence de moyenne	0,2 IC 95% [-0,61-1,01]	0,1 IC 95% [-0,71-0,91]

Le coefficient de corrélation intraclasse calculé à l'aide des données de laxité du genou avant l'exercice (pour la translation tibiale antérieure à 134 N) à partir de 5 jours sélectionnés au hasard au cours de l'étude plus large était de 0,61. Si on prend la variation partagée au cours de ces 5 jours (sans précision quelconque sur la phase correspondante à ces jours) $r^2 = (0,61)^2 = 0,37$ seulement 37% de la laxité est similaire.

- **Eiling et al. (2007)** [75]

L'ANOVA à mesures répétées n'a révélé aucun effet significatif ($p > 0,05$) sur la laxité antérieure du genou en fonction des phases du cycle menstruel. Les données et leurs écarts type ont été recueillis à partir de l'histogramme *Figure 1* de l'étude.

	Nb sujets	Folliculaire	Ovulatoire	Lutéale
Laxité 134N (mm) ± ET	11	4,6 ± 0,44 IC 95% [4,3-4,9]	5,1 ± 0,27 IC 95% [4,9-5,3]	4,6 ± 0,27 IC 95% [4,4-4,8]
Œstrogène (pg/ml)		175,36	510,40	336,66
Progestérone (ng/ml)		0,48	6,06	20,66

Comparaison	Ovulatoire/ Mi-folliculaire	Ovulatoire / Mi lutéale
Différence de moyenne	0,5 IC 95% [0,18-0,82]	0,5 IC 95% [0,26-0,74]

- **Hertel et al. (2006)** [76]

L'ANOVA à mesures répétées n'a révélé aucun effet significatif ($p > 0,05$) sur la laxité antérieure du genou en fonction des phases du cycle menstruel mais que les niveaux d'E3G et de PdG sont significativement différents au cours des trois sessions de test ($p < 0,05$).

	Nb sujets	Folliculaire	Ovulatoire	Lutéale	p value
Laxité 134N (mm) ± ET	14	4,51 ± 1,7 IC 95% [3,5-5,5]	4,70 ± 1,5 IC 95% [3,8-5,6]	4,17 ± 1,6 IC 95% [3,3-5,1]	0.37
Œstrogène (ng/ml)		14,2 ± 7,0	20,6 ± 10,1	17,2 ± 4,9	0.05
Progestérone (ng/ml)		2,7 ± 1,4	5,3 ± 4,3	10,3 ± 8,3	0.006

Comparaison	Ovulatoire/ Mi-folliculaire		Mi lutéale / Ovulatoire	
	R	p	R	p
Coefficient de corrélation	0,14	0,64	0,33	0,42
Différence de moyenne	0,19 IC 95% [-1,06-1,44]		0,53 IC 95% [-0,67-1,73]	

Il n'y a pas de corrélations significatives ($p = 0,37$) entre les modifications des niveaux d'E3G ou de PdG et les mesures de laxité.

- **Karageanes et al. (2000)** [77]

Les mesures de laxité du tiroir antérieur ont été prélevées une jambe après l'autre. D'une façon aléatoire, seulement les moyennes pour la jambe droite ont été conservées dans le tableau ci-dessous.

Les tests ANOVA entre les phases folliculaire, ovulatoire et lutéale de chaque genou ont montré des différences non significatives sur la laxité antérieure de genou (genou gauche, $p = 0,9$; genou droit, $p = 0,7977$).

	Nb sujets	Folliculaire	Ovulatoire	Lutéale
Laxité 89N (mm) \pm ET	26	4,98 \pm 1,32 IC 95% [4,5-5,5]	5,24 \pm 1,59 IC 95% [4,6-5,9]	5,09 \pm 1,20 IC 95% [4,6-5,6]

Comparaison	Ovulatoire / Mi-folliculaire	Ovulatoire / Mi-lutéale
Différence de moyenne	0,26 IC 95% [-0,55-1,07]	0,15 IC 95% [-0,63-0,93]

- **Park et al. (2009)** [78]

L'ANOVA à mesures répétées n'a révélé aucun effet significatif ($p > 0,05$) sur la laxité antérieure du genou en fonction des phases du cycle menstruel.

	Nb sujets	Folliculaire	Ovulatoire	Lutéale	p value
Laxité 89N (mm) \pm ET	25	4,78 \pm 1,69 IC 95% [4,1-5,5]	5,20 \pm 1,70 IC 95% [4,5-5,9]	4,62 \pm 1,53 IC 95% [4-5,3]	$p > 0,05$
Œstradiol (pg/ml)		45,25 \pm 23,93	81,54 \pm 41,17	139,73 \pm 86,81	$p > 0,05$
Progestérone (ng/ml)		0,99 \pm 0,46	3,34 \pm 2,37	11,66 \pm 7,06	$p > 0,05$

Comparaison	Ovulatoire / Mi-folliculaire	Ovulatoire / Mi lutéale
Différence de moyenne	0,42 IC 95% [-0,54-1,38]	0,58 IC 95% [0,34-1,50]

- **Pollard et al. (2006)** [79]

Le test ANOVA nous a permis de prouver que la concentration sérique d'œstrogènes était significativement plus élevée au cours de la phase mi-folliculaire par rapport à la phase folliculaire précoce ($p = 0,03$). Il n'y a pas de différence significative entre les concentrations maximales d'œstrogènes dans la phase mi-folliculaire par rapport à la phase mi-lutéale ainsi qu'entre la phase folliculaire précoce et la phase mi-lutéale.

	Nb sujets	Folliculaire	Ovulatoire	Lutéale
Laxité 89N (mm) ± ET	12	4,20 ± 0,23 IC 95% [4,1-4,4]	4,20 ± 0,23 IC 95% [4,1-4,4]	4,20 ± 0,23 IC 95% [4,1-4,4]
Œstrogène (pg/ml)		220	250	170
Progestérone (ng/ml)		0,99 ± 0,46	3,34 ± 2,37	11,66 ± 7,06

Comparaison	Ovulatoire / Mi-folliculaire	Ovulatoire / Mi lutéale
Différence de moyenne	0 IC 95% [-0,19-0,19]	0 IC 95% [-0,19-0,19]

L'étude démontre qu'il n'y a pas de différences entre la laxité antérieure du genou et les périodes de collecte de données même si les femmes ont connu des fluctuations d'œstrogène et de progestérone au cours des périodes de collecte de données.

3.3.2 Variabilité intragroupe et intergroupe

D'une part pour mieux illustrer la variabilité intragroupe les données sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Étude	Laxité (mm) ± écart type			Nb sujets
	Folliculaire	Ovulatoire	Lutéale	
Belanger et al. (2004)	4,6 ± 1,2	4,8 ± 1,2	4,7 ± 1,2	18
Eiling et al. (2007)	4,6 ± 0,44	5,1 ± 0,27	4,6 ± 0,27	11
Hertel et al. (2006)	4,51 ± 1,7	4,70 ± 1,5	4,17 ± 1,6	14
Karageanes et al. (2000)	4,98 ± 1,32	5,24 ± 1,59	5,09 ± 1,20	26
Park et al. (2009)	4,78 ± 1,69	5,20 ± 1,70	4,62 ± 1,53	25
Pollard et al. (2006)	4,20 ± 0,23	4,20 ± 0,23	4,20 ± 0,23	12
Moyenne	4,56	4,80	4,53	18

Tableau 7 : Laxité par phase pour chaque étude de laxité du LCA

D'autre part pour mieux visualiser les différences intergroupes, un graphique en courbe a été effectué :

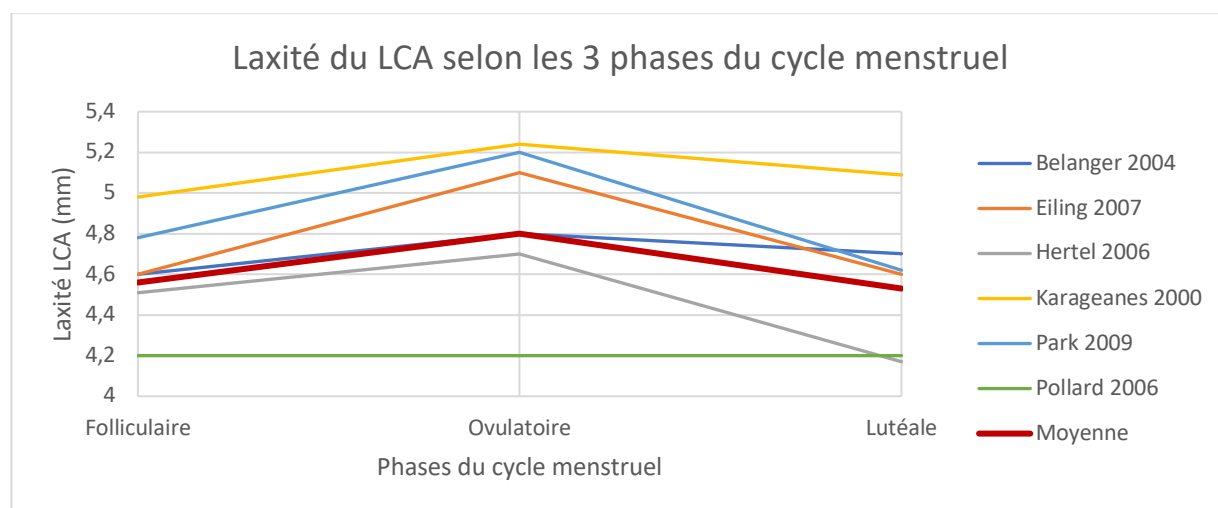


Figure 11 : Courbe d'évolution de la laxité du tiroir antérieur de genou selon les études.

L'axe des abscisses représente les 3 phases du cycle menstruel étudiées, soit la phase mi-folliculaire, ovulatoire, et mi-lutéale. L'axe des ordonnées représente la laxité du tiroir antérieur de genou mesurées en mm.

On observe sur le graphique un vrai pic en phase ovulatoire pour 5 études dont *Belanger* (2004), *Eiling* (2007), *Hertel* (2006), *Karageanes* (2000) et *Park* (2009)

4. DISCUSSION

4.1 Analyse des principaux résultats

Dans le cadre de cette revue de littérature, six études de cohortes prospectives ont été examinées (*Belanger2004* [74], *Eiling2007* [75], *Hertel2006* [76], *Karageanes2000* [77], *Park2009* [78], *Pollard2006* [79]).

4.1.1 Analyse des populations

Les 6 études incluses ciblent parfaitement une population sportive, jeune avec un cycle menstruel régulier. Même si les populations sont sélectionnées directement dans les équipes sportives universitaires ou des clubs de compétitions et que la pratique sportive est décrite dans le choix des sujets, l'ensemble des études hormis *Pollard2006* n'inclue pas une durée d'entraînement requise dans leurs critères. Il existe pourtant une grande différence de pratique, de rythme et d'intensité d'une sportive de haut niveau et la pratique d'une sportive à niveau récréatif d'autant plus qu'il existe aussi une divergence de nationalité dans les études. Les pays n'ont pas forcément les mêmes repères en termes de définition d'une sportive.

D'une part les sujets sont choisis sur la base du volontariat, d'autre part c'est une population relativement jeune (max 32 ans pour l'étude de *Pollard2006*). On peut donc se questionner sur la représentativité de nos groupes sur l'ensemble de la population sportive féminine. Il semblerait intéressant de prendre en compte également le fait qu'aucune indication n'a été donnée quant au calendrier des matchs, questionnaire de ressenti ou questionnaire sur la qualité de vie pour considérer la qualité du sommeil par exemple. Il aurait pu être imaginé également un recueil de données sur la sensibilité des patientes à être de tendance hyperlaxe/ hypolaxe ou à antécédent de blessure pas seulement sur les genoux afin d'apprécier la représentativité du groupe.

Belanger2004 ne précise pas dans ses critères d'exclusions la prise de contraceptif ce qui peut considérablement biaiser les données.

4.1.2 Analyse des interventions

Les 6 études incluses procèdent de manière similaire pour la réalisation des mesures. La laxité antérieure de genou est prélevée à l'aide d'un arthromètre de genou KT-2000 ou KT-1000 pour l'ensemble des études. L'usage du même outil de mesure nous assure une bonne comparabilité des résultats, c'est pour cela que les études utilisant le test de Lachman comme outil de mesure ont été exclues au début de cette revue.

Pour *Eiling2007* la laxité antérieure du genou du membre dominant a été évaluée à 30° de flexion de genou et à 134N. Trois cycles complets de translation antéro-postérieure ont été réalisés à chaque occasion de test. Un seul examinateur expérimenté dans l'utilisation le KT2000 a effectué toutes les mesures. Cet opérateur était également en aveugle quant aux détails du cycle menstruel de chaque sujet. *Belanger2004*, *Hertel2006* aussi ont appliqué une force de 134N mais pas dans les cas de

Pollard2006, Karageanes2000 Park2009 qui ont appliqué une force de 89N avec l'arthromètre. Les autres différences reposent sur la différence de degrés de flexion à 30°, à 25° ou non précisé sur le sujet. Au cours de nos 6 études l'examineur procède avec 3 mesures de tiroir antérieur consécutives puis effectue une moyenne des 3 valeurs.

Les mesures de laxité sont relevées au cours des 3 mêmes phases : mi-folliculaire, ovulatoire et lutéale. Pour s'assurer d'intervenir au bon moment *Eiling2007, Pollard2006* puis *Park2009* effectuent un prélèvement sanguin et *Hertel2006* un prélèvement urinaire afin d'effectuer un dosage hormonal précis en pg/ml ou ng/ml. De cette façon la temporalité de la mesure est fiable. À contrario *Belanger2004* se base seulement sur la température basale et orale du corps ainsi que sur la récurrence des menstruations. *Karageanes2000* apprécie la chronologie du cycle de ces sujets à l'aide d'un calendrier menstruel. Les lacunes sur l'absence des dosages hormonaux de ces deux études nous empêchent de corréler les données en les objectivant.

Les protocoles ont été appliqués sur une durée de 10 semaines seulement pour l'étude de *Belanger2004*, 2 mois pour 2 études (*Hertel2006* et *Pollard2006*) et de 5 à 8 semaines pour *Karageanes2000*. La période d'intervention de deux études (*Eiling2007* et *Park2009*) n'a pas explicitement été renseignée.

4.1.3 Analyse des résultats

L'objectif de cette revue est de déterminer si le taux d'œstrogène et de progestérone peut entraîner une hyper laxité chez la sportive. Cela pourrait expliquer pourquoi le taux de blessures chez la sportive est aussi élevé.

4.1.3.1 Études démontrant une laxité maximum en phase ovulatoire

Les études de *Belanger2004, Eiling2007, Hertel2006, Karageanes2000* et *Park2009* révèlent dans leurs mesures un pic de laxité en phase ovulatoire. Ce pic n'est pas statistiquement significatif et sa valeur est relativement faible mais on démontre tout de même un changement en faveur de notre hypothèse initiale.

Belanger2004 : Nous constatons une augmentation entre la phase folliculaire et ovulatoire de 0,2mm et une diminution de 0,1mm de la phase ovulatoire à lutéale.

Cette différence n'est pas considérée comme significative car la valeur de laxité en phase folliculaire est de 4,6mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,0-5,2]. Cela signifie que la valeur réelle peut être comprise entre cette borne inférieure 4,0 et supérieure 5,2. Pour la phase ovulatoire la valeur est de 4,8mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,2-5,4] et pour la phase lutéale la valeur est de 4,7mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,1-5,3].

Pour ces 3 intervalles de confiance la valeur réelle peut varier de 1,2mm. Une augmentation de 0,2mm (<1,2mm) et une diminution de 0,1mm (<1,2mm) ne peut donc pas être fiable.

Pour évaluer la taille d'effet nous avons utilisé la différence de moyenne. Cette valeur permet d'apprécier dans quelle mesure la phase ovulatoire est la plus laxo comparée à la phase folliculaire (1) et la phase lutéale (2).

Lors du calcul de l'intervalle de confiance de la différence de moyenne, nous obtenons :

- 1) **0,2 IC 95% [-0,61-1,01]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,2 car le chiffre est supérieur à 0. Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance comprennent la valeur 0. Nous avons un risque que le changement de laxité soit nul.
- 2) **0,1 IC 95% [-0,71-0,91]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,1 car le chiffre est supérieur à 0. Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance comprennent la valeur 0. Nous avons un risque que le changement de laxité soit nul.

Eiling2007 : Nous constatons une augmentation entre la phase folliculaire et ovulatoire de 0,5mm et une diminution de 0,5mm de la phase ovulatoire à lutéale.

Pour évaluer la taille d'effet nous avons utilisé la différence de moyenne. Cette valeur permet d'apprécier dans quelle mesure la phase ovulatoire est la plus laxo comparée à la phase folliculaire (1) et la phase lutéale (2).

Lors du calcul de l'intervalle de confiance de la différence de moyenne, nous obtenons :

- 1) **0,5 IC 95% [0,18-0,82]** et 2) **0,5 IC 95% [0,26-0,74]**. Ces valeurs nous indiquent que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,5. Les valeurs étant supérieures à 0 et les bornes inférieures de l'intervalle de confiance l'étant aussi, ces chiffres confirment que la phase ovulatoire est plus laxo.

Hertel2006 : Nous constatons une augmentation entre la phase folliculaire et ovulatoire de 0,19 mm et une diminution de 0,53 mm de la phase ovulatoire à lutéale.

Cette différence n'est pas considérée comme significative car la valeur de laxité en phase folliculaire est de 4,51mm avec un intervalle de confiance à 95% de [3,5-5,5]. Cela signifie que la valeur réelle peut être comprise entre cette borne inférieure 3,5 et supérieure 5,5 soit une différence de 2mm. Pour la phase ovulatoire la valeur est de 4,7mm avec un intervalle de confiance à 95% de [3,8-5,6] soit une différence de 1,8mm. Pour la phase lutéale la valeur est de 4,17 mm avec un intervalle de confiance à 95% de [3,3-5,1] soit une différence de 1,8mm.

Une augmentation de 0,19 mm < 2mm et 1,8 mm et une diminution de 0,53 mm < 2mm et 1,8mm n'est donc pas fiable.

Pour évaluer la taille d'effet nous avons utilisé la différence de moyenne. Cette valeur permet d'apprécier dans quelle mesure la phase ovulatoire est la plus laxo comparée à la phase folliculaire (1) et la phase lutéale (2).

Lors du calcul de l'intervalle de confiance de la différence de moyenne, nous obtenons :

- 1) **0,19 IC 95% [-1,06-1,44]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,19 car le chiffre est supérieur à 0. Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance comprennent la valeur 0. Nous avons un risque que le changement de laxité soit nul.
- 2) **0,53 IC 95% [-0,67-1,73]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,53 car le chiffre est supérieur à 0. Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance comprennent la valeur 0. Nous avons un risque que le changement de laxité soit nul.

Karageanes2000 : Nous constatons une augmentation entre la phase folliculaire et ovulatoire de 0,26mm et une diminution de 0,15mm de la phase ovulatoire à lutéale

Cette différence n'est pas considérée comme significative car la valeur de laxité en phase folliculaire est de 4,98mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,5-5,5]. Cela signifie que la valeur réelle peut être comprise entre cette borne inférieure 4,5 et supérieure 5,5 soit une différence de 1mm. Pour la phase ovulatoire la valeur est de 5,24 mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,6-5,9] soit une différence de 1,3mm. Pour la phase lutéale la valeur est de 5,09 mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,6-5,6] soit une différence de 1mm.

Une augmentation de 0,26 mm < 1mm et 1,3 mm puis une diminution de 0,15 mm < 1mm et 1,3mm n'est donc pas fiable.

Pour évaluer la taille d'effet nous avons utilisé la différence de moyenne. Cette valeur permet d'apprécier dans quelle mesure la phase ovulatoire est la plus laxo comparée à la phase folliculaire (1) et la phase lutéale (2).

Lors du calcul de l'intervalle de confiance de la différence de moyenne, nous obtenons :

- 1) **0,26 IC 95% [-0,55-1,07]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,26 car le chiffre est supérieur à 0. Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance comprennent la valeur 0. Nous avons un risque que le changement de laxité soit nul.
- 2) **0,15 IC 95% [-0,63-0,93]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,15 car le chiffre est supérieur à 0. Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance comprennent la valeur 0. Nous avons un risque que le changement de laxité soit nul.

Park2009 Nous constatons une augmentation entre la phase folliculaire et ovulatoire de 0,42mm et une diminution de 0,58mm de la phase ovulatoire à lutéale.

Cette différence n'est pas considérée comme significative car la valeur de laxité en phase folliculaire est de 4,78mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,1-5,5]. Cela signifie que la valeur réelle peut être comprise entre cette borne inférieure 4,1 et supérieure 5,5 soit une différence de 1,4mm. Pour la phase ovulatoire la valeur est de 5,20 mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4,5-5,9] soit une différence de 1,4mm. Pour la phase lutéale la valeur est de 4,62 mm avec un intervalle de confiance à 95% de [4-5,3] soit une différence de 1,3mm.

Une augmentation de 0,42 mm < 1,4mm et 1,3 mm puis une diminution de 0,58 mm < 1,4mm et 1,3mm n'est donc pas fiable.

Pour évaluer la taille d'effet nous avons utilisé la différence de moyenne. Cette valeur permet d'apprécier dans quelle mesure la phase ovulatoire est la plus laxée comparée à la phase folliculaire (1) et la phase lutéale (2).

Lors du calcul de l'intervalle de confiance de la différence de moyenne, nous obtenons :

- 1) **0,42 IC 95% [-0,54-1,38]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,26 car le chiffre est supérieur à 0. Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance comprennent la valeur 0. Nous avons un risque que le changement de laxité soit nul.
- 2) **0,58 IC 95% [0,34-1,50]**. Cette valeur nous indique que la laxité est plus grande en phase ovulatoire de 0,53 car le chiffre est supérieur à 0. La valeur étant supérieure à 0 et la borne inférieure de l'intervalle de confiance l'étant aussi, ces chiffres confirment que la phase ovulatoire est plus laxée.

4.1.3.1 *Étude ne démontrant aucune fluctuation de laxité*

Mis à part les 5 premières études incluses, l'étude de *Pollard2006* objective une laxité inchangée à 4,20 mm tout au long de l'intervention pour son échantillon. L'étude mesure cependant bel et bien un taux élevé d'œstrogène en phase ovulatoire = 250 pg/ml comparé à 220 en phase mi-folliculaire et 170 en phase mi lutéale.

Pour évaluer la taille d'effet nous avons utilisé la différence de moyenne. Cette valeur permet d'apprécier dans quelle mesure la phase ovulatoire est la plus laxée comparée à la phase folliculaire (1) et la phase lutéale (2).

Lors du calcul de l'intervalle de confiance de la différence de moyenne, nous obtenons :

- 1) **et 2) 0 IC 95% [-0,19-0,19]**. Ces valeurs nous indiquent que la laxité est identique en phase ovulatoire quelle que soit la phase du cycle menstruel.

Cependant la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance varie de -0,19 à 0,19. Nous avons un risque qu'il y ait un changement de laxité et que la taille d'effet ne soit pas nulle.

4.1.3.2 Relation laxité hormone

En parallèle Hertel, Eiling et Park ont prélevé le dosage hormonal en œstrogène/ œstradiol pour être sûr de bien concorder avec notre modèle théorique de cycle menstruel. Eiling relève un pic à 510,40 pg/ml d'œstrogène, Hertel un pic à $20,6 \pm 10,1$ ng/ml et Park à $81,54 \pm 41,17$ ng/ml en pleine phase ovulatoire.

Selon ces études il serait donc possible de conjecturer ces deux données et de constater que l'augmentation d'œstrogène entraîne une augmentation de la laxité. Bien sûr avant de vérifier un quelconque lien de causalité entre le taux d'œstrogène et la laxité il faut s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un biais de confusion.

4.1.3.3 Comparaison entre les études

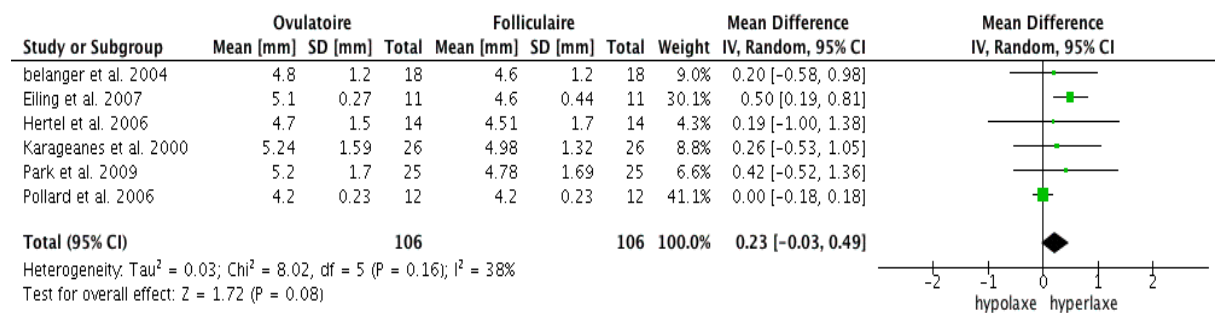


Figure 12 : Diagramme en forêt de la phase folliculaire comparé à la phase ovulatoire

L'indice d'hétérogénéité $I^2 = 38\%$ est considéré comme moyen, ceci est la cause de de l'étude de Pollard2006 ayant une taille d'effet nulle et ayant la plus grosse taille d'échantillon. En effet, les 5 premières études se superposent assez bien. Eiling2007 est la seule étude avec une taille d'effet significative. Les 5 autres études incluses ont un intervalle de confiance qui croise l'axe 0.

Différence de moyenne_{totale} = 0,23 IC 95% [-0,03-0,49]

Pour conclure La méta-analyse de ces quatre études nous montre qu'il existe une différence entre les moyennes intergroupes de 0,23 avec un intervalle de confiance à 95% [-0,03 ; 0,49]. Elle est représentée par notre diamant noir sur notre diagramme en forêt. De ce fait, elle est en faveur d'une laxité plus forte pendant la phase ovulatoire que folliculaire. Cependant cette taille d'effet est faible et elle n'est pas significative car l'intervalle de confiance comprend la valeur 0 (illustré par la pointe gauche du diamant qui croise l'axe 0).

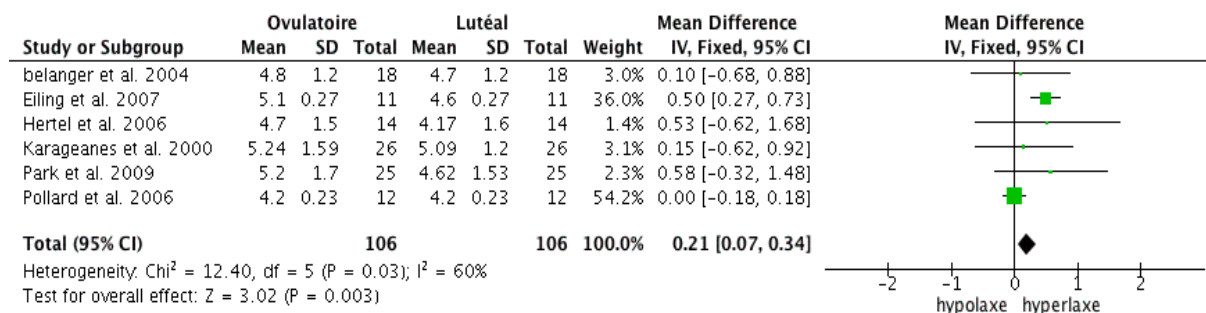


Figure 13 : Diagramme en forêt de la phase ovulatoire comparé à la phase lutéale

La valeur $I^2 = 60\%$ nous démontre une hétérogénéité considérée comme importante. Cela est dû aux deux études avec la plus grande taille d'échantillon *Pollard2006* et *Eiling2007*, leur taille d'effet sont différentes et impactent I^2 . *Eiling2007* est la seule étude avec une taille d'effet significative. Les 5 autres études incluses ont un intervalle de confiance qui croise l'axe 0.

Différence de moyenne_{totale} = 0,21 IC 95% [0,07-0,34]

Pour conclure La méta-analyse de ces quatre études nous montre qu'il existe une différence entre les moyennes intergroupes de 0,21 avec un intervalle de confiance à 95% [0,07 ; 0,34]. De ce fait, elle est en faveur d'une laxité plus forte pendant la phase ovulatoire que lutéale. Cependant cette taille d'effet est faible mais elle est significative car l'intervalle de confiance ne comprend pas la valeur 0, elle la frôle.

Pour conclure, nos deux différences de moyennes sont positives mais pas assez significatives pour être interprétées en pratique clinique. En effet on parle d'une différence de moyenne de 0,23 mm de la phase folliculaire à ovulatoire et 0,21 mm de la phase ovulatoire à lutéale. La valeur calculée est moindre cliniquement.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Établir un lien de causalité entre le taux d'œstrogène et de progestérone avec la laxité antérieure de genoux sur la sportive n'est pas réalisable avec les 6 études incluses. Elles représentent les seules études publiées à ce jour qui correspondent à cette population cible et ce protocole d'intervention.

Les études présentent de trop nombreux biais pour tirer une conclusion. Les échantillons sont trop petits et varient de 11 à 26 personnes soit moins de 30 personnes. Les données recueillies n'ont donc pas une bonne approximation de la distribution réelle dans la population sportive féminine. Nos échantillons n'obéissent pas à une loi normale ce qui rend les résultats difficilement exploitables. Les données ne sont tout simplement pas assez précises en plus des petits échantillons. Aucune valeur de p n'a été retrouvée en dessous de 0,05 pour les études incluses.

J'ajoute également qu'il existe une grande variabilité inter individus chez les cycles menstruels féminins ce qui pose des difficultés à généraliser nos résultats et les appliquer à la population sportive.

Le choix d'exclusion des femmes avec un cycle irrégulier dans les populations étudiées n'est pas représentatif de la globalité des femmes. L'étude des cycles avec ou sans aménorrhée doit également être réalisée. Le choix d'exclusion des moyens de contraception orale peut également être remis en question.

En outre, dans les études incluses, beaucoup de facteurs secondaires ont été analysés et n'ont pas fait l'objet d'un traitement particulier. Cela a permis une meilleure analyse dans cette revue d'un facteur de risque déjà complexe comme le facteur hormonal de la femme.

La recherche d'un lien de causalité entre le cycle menstruel et la laxité du LCA reste néanmoins importante dans la conception du planning de l'athlète. Dans le domaine de la masso-kinésithérapie il pourra nous permettre d'élaborer des séances d'entraînement en tenant compte de l'impact physiologique et social que peuvent apporter les différentes phases d'un cycle féminin. En l'absence de relation de causalité il pourrait également défaire l'image péjorative des modifications hormonales sur le corps de la femme comme étant un agent délétère.

4.3 Qualité des preuves

La qualité des preuves d'une revue de littérature s'appuie sur le niveau de preuve des études (capacité de l'étude à répondre à la question posée), l'évidence scientifique et le grade de recommandation.

La Haute Autorité de Santé (HAS) nous informe que les recommandations proposées sont classées en grade A, B ou C :

- Une recommandation de grade A est fondée sur une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve.
- Une recommandation de grade B est fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve.
- Une recommandation de grade C est fondée sur des études de moindre niveau de preuve [80].

Niveau de preuve	Description
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 ; - série de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)

Tableau 8 : Tableau issu de la HAS et présentant la qualité des preuves.

Cette revue de littérature repose sur des études de cohorte, ce qui correspond à un grade B de recommandation.

4.4 Biais potentiels de la revue

Tout d’abord, l’auteur déclare n’avoir aucun conflit d’intérêt en lien avec la réalisation de cette revue. Pour évaluer la qualité méthodologique et pour coter la validité interne de cette revue, la grille d’évaluation AMSTAR (a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews) a été utilisée.

Cette grille d’évaluation est constituée de 11 éléments méthodologiques afin d’objectiver la validité d’une revue systématique. Le système de cotation est défini selon quatre réponses possibles aux items

- 1 point est attribué si la réponse est « oui »,
- 0 point si la réponse est « non », « ne pas répondre » ou « non applicable ».

1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni ?					Points
Oui	Non	Impossible de répondre	de	Sans objet	0
2. La sélection des études et l’extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes ?					
Oui	Non	Impossible de répondre	de	Sans objet	0
3. La recherche documentaire était-elle exhaustive ?					
Oui	Non	Impossible de répondre	de	Sans objet	1
4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d’inclusion ?					
Oui	Non	Impossible de répondre	de	Sans objet	1
5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?					
Oui	Non	Impossible de répondre	de	Sans objet	1

6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?				
Oui	Non	Impossible de répondre	Sans objet	1
7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?				
Oui	Non	Impossible de répondre	Sans objet	1
8. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?				
Oui	Non	Impossible de répondre	Sans objet	1
9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?				
Oui	Non	Impossible de répondre	Sans objet	1
10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée ?				
Oui	Non	Impossible de répondre	Sans objet	0
11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?				
Oui	Non	Impossible de répondre	Sans objet	1
Total				8/11

Tableau 9 : Tableau de la grille AMSTAR.

- 1) Cette revue ne possède pas l'approbation d'un comité d'éthique
- 2) Cette revue étant réalisée par un seul auteur, la sélection des études et l'extraction des données a donc été faites par une seule personne.
- 3) Les bases de données investiguées sont mentionnées, ainsi que l'équation de recherche utilisée.
- 4) Cette revue n'inclue que des études épidémiologiques descriptives en l'occurrence des études de cohortes prospectives.
- 5) La liste des études exclues se trouvent dans le tableau 3.
- 6) Elles sont détaillées dans la partie résultat.
- 7) La validité interne été analysée à l'aide de l'échelle Newcastle Ottawa et les biais ont été développés ensuite en fonction de chaque étude.
- 8) Les lacunes méthodologiques des études incluses ainsi que leurs biais potentiels ont été pris en compte dans la discussion.
- 9) Aucun test d'homogénéité ni de modèle d'effet aléatoire n'a été effectué dans le but de combiner les résultats
- 10) Le biais de publication n'a pu être évalué car la revue comporte moins de dix articles (six).
- 11) Les auteurs des études incluses ont déclaré n'avoir aucun conflit d'intérêt et être conformes au standard éthique. Pour cette revue de littérature, aucun conflit d'intérêt n'est à signaler.

Le score total établi pour cette revue est de 8/11, ce qui représente une bonne qualité. Ce résultat reste cependant à pondérer comme explicité dans la discussion.

5. CONCLUSION

L'objectif de cette revue était de déterminer si le taux d'œstrogène et de progestérone peut entraîner une hyper laxité en phase ovulatoire chez la sportive. Établir un lien de causalité pourrait nous éclairer sur le taux de blessures élevé de lésion du LCA chez la sportive en phase ovulatoire.

5.1 Implication pour la pratique clinique

La revue établit un lien en faveur d'une périodicité de la fluctuation de la laxité du LCA. Cinq études sur les six études incluses exposent une augmentation de laxité durant la phase ovulatoire et démontre un vrai pic à cette période. Les résultats obtenus ne sont pas significatifs pour pouvoir émettre un véritable consensus à propos de la prévention pour la pratique de nos athlètes. La complexité des liens entre les nombreuses hormones sexuelles ne nous permet pas de définir avec certitude laquelle ou lesquelles sont impliquées dans l'augmentation ou la diminution de la laxité et dans quelle mesure.

En d'autres termes, les études conseillent une attention redoublée sur la phase ovulatoire dans la stratégie de rééducation ou prévention des athlètes mais cette interprétation doit être confirmée par des études ultérieures.

Néanmoins la pratique Masso-kinésithérapeute doit intégrer et automatiser dans son traitement la composante hormonale de ses patientes notamment dans la kinésithérapie du sport. Certains outils sont déjà en place chez les athlètes de haut niveau et pourraient se mettre en place au niveau récréatif. Je peux citer l'usage de questionnaire à 10 critères (fatigue, humeur, etc), le suivi par calendrier menstruel, le suivi de la prise de contraceptif et le suivi par dosage hormonal.

5.2 Implication pour la recherche

L'approche actuelle de la science est axée sur les déficits : les effets des hormones sexuelles féminines semblent être vus et valorisés à la lumière de l'affaiblissement du corps de la femme. Les études qui se concentrent sur les effets possibles, positivement associés ou protecteurs, des hormones féminines semblent être rares.

Cette revue permet de mettre en lumière les études portant sur l'athlète féminine de façon objective et d'encourager la littérature en ce sens. Elle étudie l'évolution de laxité du LCA au cours du cycle menstruel afin de déterminer une corrélation ou non entre les hormones sexuelles féminines et l'augmentation de laxité du LCA. Le but est d'éviter la simplification excessive qui établirait un lien de causalité entre ces deux variables. En effet, pour éviter de tomber dans ce piège il faut considérer d'autres variables potentielles et étudier le mécanisme des hormones sexuelles de près.

La qualité des études ne nous a pas permis de tirer d'affirmation, il s'agit donc de continuer la recherche avec des échantillons bien plus significatifs. L'ajout de critères de jugement secondaires dans les prochaines études serait intéressant pour évaluer la probabilité que la variation de la laxité au cours du cycle puisse être causée par d'autres variables.

6. BIBLIOGRAPHIE

- [1] B. Larsen, K. Morris, K. Quinn, M. Osborne, and C. Minahan, "Practice does not make perfect: A brief view of athletes' knowledge on the menstrual cycle and oral contraceptives," *J. Sci. Med. Sport*, vol. 23, no. 8, pp. 690–694, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.JSAMS.2020.02.003.
- [2] J. Agel, T. Rockwood, and D. Klossner, "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.*, vol. 26, no. 6, pp. 518–523, Nov. 2016, doi: 10.1097/JSM.0000000000000290.
- [3] T. E. Hewett, B. T. Zazulak, and G. D. Myer, "Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review," *Am. J. Sports Med.*, vol. 35, no. 4, pp. 659–668, Apr. 2007, doi: 10.1177/0363546506295699.
- [4] O. E. Olsen, G. Myklebust, L. Engebretsen, and R. Bahr, "Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis," *Am. J. Sports Med.*, vol. 32, no. 4, pp. 1002–1012, Jun. 2004, doi: 10.1177/0363546503261724.
- [5] N. Voskanian, "ACL Injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program," *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.*, vol. 6, no. 2, p. 158, Jun. 2013, doi: 10.1007/S12178-013-9158-Y.
- [6] J. M. Bjordal, F. Arnøy, B. Hannestad, and T. Strand, "Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer," *Am. J. Sports Med.*, vol. 25, no. 3, pp. 341–345, Apr. 1997, doi: 10.1177/036354659702500312.
- [7] S. D. Herzberg, M. L. Motu'apuaka, W. Lambert, R. Fu, J. Brady, and J. M. Guise, "The Effect of Menstrual Cycle and Contraceptives on ACL Injuries and Laxity: A Systematic Review and Meta-analysis," *Orthop. J. Sport. Med.*, vol. 5, no. 7, Jul. 2017, doi: 10.1177/2325967117718781.
- [8] W. D. Yu, S. H. Liu, J. D. Hatch, V. Panossian, and G. A. M. Finerman, "Effect of estrogen on cellular metabolism of the human anterior cruciate ligament," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 366, no. 366, pp. 229–238, 1999, doi: 10.1097/00003086-199909000-00030.
- [9] W. D. Yu, V. Panossian, J. D. Hatch, S. H. Liu, and G. A. M. Finerman, "Combined effects of estrogen and progesterone on the anterior cruciate ligament," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 383, no. 383, pp. 268–281, 2001, doi: 10.1097/00003086-200102000-00031.
- [10] J. L. Dragoo, T. N. Castillo, H. J. Braun, B. A. Ridley, A. C. Kennedy, and S. R. Golish, "Prospective correlation between serum relaxin concentration and anterior cruciate ligament tears among elite collegiate female athletes," *Am. J. Sports Med.*, vol. 39, no. 10, pp. 2175–2180, Oct. 2011, doi: 10.1177/0363546511413378.
- [11] D. A. Faryniarz, M. Bhargava, C. Lajam, E. T. Attia, and J. A. Hannafin, "Quantitation of estrogen receptors and relaxin binding in human anterior cruciate ligament fibroblasts," *In Vitro Cell. Dev. Biol. Anim.*, vol. 42, no. 7, pp. 176–181, 2006, doi: 10.1290/0512089.1.
- [12] F. H. Netter, *Atlas d'anatomie humaine*, 6ème. Elsevier Masson, 2015.
- [13] M. DUFOUR, *Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 1, membre inférieur*, 3ème. Elsevier Masson.
- [14] S. H. Liu, R. A. Al-Shaikh, V. Panossian, G. A. M. Finerman, and J. M. Lane, "Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament. A potential explanation for female athletic injury," *Am. J. Sports Med.*, vol. 25, no. 5, pp. 704–709, 1997, doi: 10.1177/036354659702500521.
- [15] M. Sakane, R. J. Fox, S. L. Y. Woo, G. A. Livesay, G. Li, and F. H. Fu, "In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads," *J. Orthop. Res.*, vol. 15, no. 2, pp. 285–293, Mar. 1997, doi: 10.1002/jor.1100150219.
- [16] P. Christel, "Société Française d'Arthroscopie, Réunion Annuelle 2005 CONFÉRENCE D'ENSEIGNEMENT Ligament croisé antérieur et stabilité rotatoire," doi: 10.1016/S0035-1040(05)84500-3.
- [17] P. Neuman, I. Kostogiannis, T. Fridén, H. Roos, L. E. Dahlberg, and M. Englund, "Knee laxity after complete anterior cruciate ligament tear: a prospective study over 15 years," *Scand. J. Med. Sci. Sports*, vol. 22, no. 2, pp. 156–163, Apr. 2012, doi: 10.1111/J.1600-0838.2010.01157.X.
- [18] A. Schneider, L. Louboutin, S. Lustig, P. Neyret, and E. Servien, "Exploration d'une instabilité chronique du genou," *Rev. du Rhum. Monogr.*, vol. 83, no. 2, pp. 97–102, Apr. 2016, doi: 10.1016/J.MONRHU.2016.01.006.
- [19] L. C. Schmitt, G. K. Fitzgerald, A. S. Reisman, and K. S. Rudolph, "Instability, laxity, and physical function in patients with medial knee osteoarthritis," *Phys. Ther.*, vol. 88, no. 12, pp. 1506–1516, Dec. 2008, doi: 10.2522/PTJ.20060223.
- [20] S. Dojcinovic, E. Servien, T. Aït Si Selmi, C. Bussière, and P. Neyret, "Instabilités du genou," *EMC -*

- Rhumatol.*, vol. 2, no. 4, pp. 411–442, Jul. 2005, doi: 10.1016/J.EMCRHO.2005.04.003.
- [21] G. Bressy, S. Lustig, P. Neyret, and E. Servien, “Instabilités du genou,” 2015, doi: 10.1016/S0246-0521(15)66293-3.
- [22] B. E. Kilinc, A. Kara, H. Celik, Y. Oc, and S. Camur, “Evaluation of the accuracy of Lachman and Anterior Drawer Tests with KT1000 in the follow-up of anterior cruciate ligament surgery,” *J. Exerc. Rehabil.*, vol. 12, no. 4, p. 363, Aug. 2016, doi: 10.12965//JER.1632622.311.
- [23] J. W. Katz and R. J. Fingerroth, “The diagnostic accuracy of ruptures of the anterior cruciate ligament comparing the Lachman test, the anterior drawer sign, and the pivot shift test in acute and chronic knee injuries,” *Am. J. Sports Med.*, vol. 14, no. 1, pp. 88–91, 1986, doi: 10.1177/036354658601400115.
- [24] M. H. Ebell, “A Tool for Evaluating Patients with a Knee Injury,” *Fam. Pract. Manag.*, vol. 12, no. 3, p. 67, 2005.
- [25] A. Benjaminse, A. Gokeler, and C. P. Van Der Schans, “Clinical Diagnosis of an Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Meta-analysis,” *J Orthop Sport. Phys Ther*, vol. 36, no. 5, pp. 267–288, 2006, doi: 10.2519/jospt.2006.2011.
- [26] P. Imbert, C. Belvedere, and A. Leardini, “Human knee laxity in ACL-deficient and physiological contralateral joints: intra-operative measurements using a navigation system,” *Biomed. Eng. Online*, vol. 13, no. 1, Jun. 2014, doi: 10.1186/1475-925X-13-86.
- [27] C. G. Van De Plas, W. Opstelten, W. L. J. M. Devillé, D. Bijl, L. M. Bouter, and R. J. P. M. Scholten, “Le Lachman est le plus sensible et le ressaut le plus spécifique des tests diagnostiques de rupture du LCA,” *Kinésithérapie, la Rev.*, vol. 7, no. 65, p. 14, May 2007, doi: 10.1016/s1779-0123(07)70390-x.
- [28] L. L. Malcom, D. M. Daniel, M. L. Stone, and R. Sachs, “The measurement of anterior knee laxity after ACL reconstructive surgery,” *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. NO. 196, no. 196, pp. 35–41, 1985, doi: 10.1097/00003086-198506000-00007.
- [29] C. F. van Eck, M. Loopik, M. P. van den Bekerom, F. H. Fu, and G. M. M. J. Kerkhoffs, “Methods to diagnose acute anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis of instrumented knee laxity tests,” *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, vol. 21, no. 9, pp. 1989–1997, Sep. 2013, doi: 10.1007/S00167-012-2246-5.
- [30] “P. Colombet MD. Peyrache.” http://www.sofarthro.com/medias/telechargements/5.5_colombet_evaluation-laxite.pdf (accessed Dec. 13, 2021).
- [31] D. M. Daniel, L. L. Malcom, G. Losse, M. L. Stone, R. Sachs, and R. Burks, “Instrumented measurement of anterior laxity of the knee,” *J. Bone Jt. Surg. - Ser. A*, vol. 67, no. 5, pp. 720–726, Jun. 1985, doi: 10.2106/00004623-198567050-00006.
- [32] J. W. Alford and B. R. Bach, “Arthrometric Aspects of Anterior Cruciate Ligament Surgery Before and After Reconstruction With Patellar Tendon Grafts,” 2005.
- [33] F. Thomas, F. Renaud, E. Benefice, T. De Meeüs, and J. F. Guegan, “International variability of ages at menarche and menopause: patterns and main determinants,” *Hum. Biol.*, vol. 73, no. 2, pp. 271–290, 2001, doi: 10.1353/HUB.2001.0029.
- [34] R. Trévoux, J. De Brux, M. Castanier, K. Nahoul, J. P. Soule, and R. Scholler, “Endometrium and plasma hormone profile in the peri-menopause and post-menopause,” *Maturitas*, vol. 8, no. 4, pp. 309–326, 1986, doi: 10.1016/0378-5122(86)90039-3.
- [35] H. Dadgostar, M. Razi, A. Aleyasin, T. Alenabi, and S. Dahaghin, “The relation between athletic sports and prevalence of amenorrhea and oligomenorrhea in Iranian female athletes,” *Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Ther. Technol.*, vol. 1, no. 1, Dec. 2009, doi: 10.1186/1758-2555-1-16.
- [36] L. Verrilli, H. Blanchard, M. Landry, and A. Stanic, “Prevalence and predictors of oligomenorrhea and amenorrhea in division 1 female athletes,” *Fertil. Steril.*, vol. 110, no. 4, p. e245, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.FERTNSTERT.2018.07.702.
- [37] D. Martin, C. Sale, S. B. Cooper, and K. J. Elliott-Sale, “Period Prevalence and Perceived Side Effects of Hormonal Contraceptive Use and the Menstrual Cycle in Elite Athletes,” *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, vol. 13, no. 7, pp. 926–932, Aug. 2018, doi: 10.1123/IJSP.2017-0330.
- [38] B. G. Reed and B. R. Carr, “The Normal Menstrual Cycle and the Control of Ovulation,” p. undefined-undefined, 2000, Accessed: Dec. 20, 2021. [Online]. Available: <https://www.mendeley.com/catalogue/a987526b-0e03-31c4-92f2-4fd69fd61cdb/>.
- [39] M. A. Carmichael, R. L. Thomson, L. J. Moran, and T. P. Wycherley, “The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes’ Performance: A Narrative Review,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 4, pp. 1–24, Feb. 2021, doi: 10.3390/IJERPH18041667.
- [40] I. Soumpasis, B. Grace, and S. Johnson, “Real-life insights on menstrual cycles and ovulation using big data,” *Hum. Reprod. Open*, vol. 2020, no. 2, pp. 1–9, Feb. 2020, doi: 10.1093/HROPEN/HOAA011.

- [41] K. Elliott-Sale, E. Ross, R. Burden, and K. Hicks, "The BASES expert statement on conducting and implementing female athlete based research," 2020.
- [42] X. Janse DE Jonge, B. Thompson, and A. Han, "Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 51, no. 12, pp. 2610–2617, Dec. 2019, doi: 10.1249/MSS.0000000000002073.
- [43] "Exercise-induced amenorrhea - PubMed." <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2644790/> (accessed Apr. 14, 2022).
- [44] L. M. Redman and A. B. Loucks, "Menstrual disorders in athletes," *Sports Med.*, vol. 35, no. 9, pp. 747–755, 2005, doi: 10.2165/00007256-200535090-00002.
- [45] J. S. Somerson, I. J. Isby, M. S. Hagen, C. Y. Kweon, and A. O. Gee, "The Menstrual Cycle May Affect Anterior Knee Laxity and the Rate of Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Systematic Review and Meta-Analysis," *JBJS Rev.*, vol. 7, no. 9, Sep. 2019, doi: 10.2106/JBJS.RVW.18.00198.
- [46] C. Détrez, "Il était une fois le corps... La construction biologique du corps dans les encyclopédies pour enfants," *Sociétés Contemp. Press. Sci. Po*, p. pp.161-177, 2005.
- [47] P. Bourdieu, "« De la domination masculine », par Pierre Bourdieu (accès libre, août 1998)."
- [48] "Gender Equality in Sport." <https://olympics.com/ioc/gender-equality> (accessed May 01, 2022).
- [49] J. T. Costello, F. Bieuzen, and C. M. Bleakley, "Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research?," *Eur. J. Sport Sci.*, vol. 14, no. 8, pp. 847–851, Nov. 2014, doi: 10.1080/17461391.2014.911354.
- [50] E. S. Smith *et al.*, "Auditing the Representation of Female Versus Male Athletes in Sports Science and Sports Medicine Research: Evidence-Based Performance Supplements," *Nutrients*, vol. 14, no. 5, Mar. 2022, doi: 10.3390/NU14050953.
- [51] "CYCLE MENSTRUEL ET SPORT : COMMENT ADAPTER SA PRATIQUE ?" <https://conseilsport.decathlon.fr/cycle-menstruel-et-sport-comment-adapter-sa-pratique> (accessed Apr. 14, 2022).
- [52] A. C. Hackney, "Hormones sexuelles, exercice et femmes : aspects scientifiques et cliniques," 2016, Accessed: May 01, 2022. [Online]. Available: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-44558-8.pdf>.
- [53] G. P. Chrousos, D. J. Torpy, and P. W. Gold, "Interactions between the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the female reproductive system: clinical implications," *Ann. Intern. Med.*, vol. 129, no. 3, pp. 229–240, Aug. 1998, doi: 10.7326/0003-4819-129-3-199808010-00012.
- [54] P. Ansdell *et al.*, "Menstrual cycle-associated modulations in neuromuscular function and fatigability of the knee extensors in eumenorrheic women," *J. Appl. Physiol.*, vol. 126, no. 6, pp. 1701–1712, 2019, doi: 10.1152/JAPPLPHYSIOL.01041.2018.
- [55] X. A. K. Janse De Jonge, C. R. L. Boot, J. M. Thom, P. A. Ruell, and M. W. Thompson, "The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans," *J. Physiol.*, vol. 530, no. Pt 1, p. 161, Jan. 2001, doi: 10.1111/J.1469-7793.2001.0161M.X.
- [56] X. A. K. Janse De Jonge, M. W. Thompson, V. H. Chuter, L. N. Silk, and J. M. Thom, "Exercise performance over the menstrual cycle in temperate and hot, humid conditions," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 44, no. 11, pp. 2190–2198, Nov. 2012, doi: 10.1249/MSS.0B013E3182656F13.
- [57] S. Vaiksaar *et al.*, "No effect of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on endurance performance in rowers," *J. strength Cond. Res.*, vol. 25, no. 6, pp. 1571–1578, Jun. 2011, doi: 10.1519/JSC.0B013E3181DF7FD2.
- [58] M. Armour, K. A. Parry, K. Steel, and C. A. Smith, "Australian female athlete perceptions of the challenges associated with training and competing when menstrual symptoms are present," *Int. J. Sport. Sci. Coach.*, vol. 15, no. 3, pp. 316–323, Jun. 2020, doi: 10.1177/1747954120916073.
- [59] R. J. Findlay, E. H. R. MacRae, I. Y. Whyte, C. Easton, and L. J. Forrest, "How the menstrual cycle and menstruation affect sporting performance: experiences and perceptions of elite female rugby players," *Br. J. Sports Med.*, vol. 54, no. 18, pp. 1108–1113, Sep. 2020, doi: 10.1136/BJSPO-2019-101486.
- [60] G. S. Solli, S. B. Sandbakk, D. A. Noordhof, J. K. Ihalainen, and Ø. Sandbakk, "Changes in Self-Reported Physical Fitness, Performance, and Side Effects Across the Phases of the Menstrual Cycle Among Competitive Endurance Athletes," *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, vol. 15, no. 9, pp. 1324–1333, 2020, doi: 10.1123/IJSP.2019-0616.
- [61] C. Anderl, G. Li, and F. S. Chen, "Oral contraceptive use in adolescence predicts lasting vulnerability to depression in adulthood," *J. Child Psychol. Psychiatry.*, vol. 61, no. 2, pp. 148–156, Feb. 2020, doi: 10.1111/JCPP.13115.
- [62] C. M. Lebrun, M. A. Petit, D. C. McKenzie, J. E. Taunton, and J. C. Prior, "Decreased maximal aerobic

- capacity with use of a triphasic oral contraceptive in highly active women: a randomised controlled trial," *Br. J. Sports Med.*, vol. 37, no. 4, pp. 315–320, Aug. 2003, doi: 10.1136/BJSM.37.4.315.
- [63] M. A. Schaumberg, D. G. Jenkins, X. A. K. Janse De Jonge, L. M. Emmerton, and T. L. Skinner, "Oral Contraceptive Use Dampens Physiological Adaptations to Sprint Interval Training," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 49, no. 4, pp. 717–727, 2017, doi: 10.1249/MSS.0000000000001171.
- [64] C. Maitre, "La dysménorrhée chez la sportive de haut niveau," *Cah. l'INSEP*, vol. 40, no. 1, pp. 175–179, 2008, doi: 10.3406/INSEP.2008.2034.
- [65] J. F. Nichols, M. J. Rauh, M. J. Lawson, M. Ji, and H. S. Barkai, "Prevalence of the female athlete triad syndrome among high school athletes," *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.*, vol. 160, no. 2, pp. 137–142, Feb. 2006, doi: 10.1001/ARCHPEDI.160.2.137.
- [66] T. Adam, *GYNÉCOLOGIE DU SPORT - RISQUES ET BÉNÉFICES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE CHEZ LA FEMME*. 2012.
- [67] A. Clarke, A. Govus, and A. Donaldson, "What male coaches want to know about the menstrual cycle in women's team sports: Performance, health, and communication," *Int. J. Sport. Sci. Coach.*, vol. 16, no. 3, pp. 544–553, Jun. 2021, doi: 10.1177/1747954121989237.
- [68] M. Höök, M. Bergström, S. A. Sæther, and K. McGawley, "'Do Elite Sport First, Get Your Period Back Later.' Are Barriers to Communication Hindering Female Athletes?," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 22, Nov. 2021, doi: 10.3390/IJERPH182212075.
- [69] S. Emmonds, O. Heyward, and B. Jones, "The Challenge of Applying and Undertaking Research in Female Sport," *Sport. Med. - open*, vol. 5, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.1186/S40798-019-0224-X.
- [70] J. M. Uhorchak, C. R. Scoville, G. N. Williams, R. A. Arciero, P. St. Pierre, and D. C. Taylor, "Risk Factors Associated with Noncontact Injury of the Anterior Cruciate Ligament. A Prospective Four-Year Evaluation of 859 West Point Cadets," *Am. J. Sports Med.*, vol. 31, no. 6, pp. 831–842, Dec. 2003, doi: 10.1177/03635465030310061801.
- [71] S. D. Herzberg, M. L. Motu'apuaka, W. Lambert, R. Fu, J. Brady, and J. M. Guise, "The Effect of Menstrual Cycle and Contraceptives on ACL Injuries and Laxity: A Systematic Review and Meta-analysis," *Orthop. J. Sport. Med.*, vol. 5, no. 7, Jul. 2017, doi: 10.1177/2325967117718781.
- [72] Pedro, "Ressource #MyPTArticleOfTheMonth - comment poser une question clinique - PEDro." <https://pedro.org.au/english/myptarticleofthemonth-resource-how-to-ask-a-clinical-question/> (accessed Dec. 20, 2021).
- [73] M. CUCHERAT and M. LIEVRE, "La lecture critique des essais thérapeutiques," *La Lett. du Pharmacol.*, vol. 16, no. 4–5, pp. 130–134, 2002.
- [74] M. J. Belanger, D. C. Moore, J. J. Crisco, P. D. Fadale, M. J. Hulstyn, and M. G. Ehrlich, "Knee laxity does not vary with the menstrual cycle, before or after exercise," *Am. J. Sports Med.*, vol. 32, no. 5, pp. 1150–1157, Jul. 2004, doi: 10.1177/0363546503261360.
- [75] E. Eiling, A. L. Bryant, W. Petersen, A. Murphy, and E. Hohmann, "Effects of menstrual-cycle hormone fluctuations on musculotendinous stiffness and knee joint laxity," *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, vol. 15, no. 2, pp. 126–132, Feb. 2007, doi: 10.1007/S00167-006-0143-5.
- [76] J. Hertel, N. I. Williams, L. C. Olmsted-Kramer, H. J. Leidy, and M. Putukian, "Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes," *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.*, vol. 14, no. 9, pp. 817–822, Sep. 2006, doi: 10.1007/S00167-006-0047-4.
- [77] S. J. Karageanes, K. Blackburn, and Z. A. Vangelos, "The association of the menstrual cycle with the laxity of the anterior cruciate ligament in adolescent female athletes," *Clin. J. Sport Med.*, vol. 10, no. 3, pp. 162–168, 2000, doi: 10.1097/00042752-200007000-00003.
- [78] S. K. Park, D. J. Stefanyshyn, B. Ramage, D. A. Hart, and J. L. Ronsky, "Relationship between knee joint laxity and knee joint mechanics during the menstrual cycle," *Br. J. Sports Med.*, vol. 43, no. 3, pp. 174–179, Mar. 2009, doi: 10.1136/BJSM.2008.049270.
- [79] C. D. Pollard, B. Braun, and J. Hamill, "Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity," *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*, vol. 21, no. 10, pp. 1060–1066, Dec. 2006, doi: 10.1016/J.CLINBIOMECH.2006.07.002.
- [80] HAS, "Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique," p. 92, 2013, Accessed: Apr. 12, 2022. [Online]. Available: www.has-sante.fr.

7. ANNEXES

Annexe 1 : NOS pour les études de cohortes.

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *
 - b) somewhat representative of the average _____ in the community *
 - c) selected group of users eg nurses, volunteers
 - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
 - a) drawn from the same community as the exposed cohort *
 - b) drawn from a different source
 - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview *
 - c) written self report
 - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) yes *
 - b) no

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (select the most important factor) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) independent blind assessment *
 - b) record linkage *
 - c) self report
 - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *
 - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
 - a) complete follow up - all subjects accounted for *
 - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *
 - c) follow up rate < ____ % (select an adequate %) and no description of those lost
 - d) no statement

Annexe 2 : Grille d'évaluation AMSTAR



AMSTAR – GRILLE D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ Méthodologique des revues systématiques

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 :

Appréciation générale

©Shea et al. BMC Medical Research Methodology 2007 7:10 doi:10.1186/1471-2288-7-10.

Les remarques (en italiques), signées Michelle Weir, Julia Worswick et Carolyn Wayne, rendent compte de conversations avec Bev Shea et (ou) Jeremy Grimshaw qui ont eu lieu en juin et octobre 2008 ainsi qu'en juillet et septembre 2010.

Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Source: Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynnon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 Aug;28(2):88-96.

The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) is a questionnaire designed to assess short and long-term patient-relevant outcomes following knee injury. The KOOS is self-administered and assesses five outcomes: pain, symptoms, activities of daily living, sport and recreation function, and knee-related quality of life. The KOOS meets basic criteria of outcome measures and can be used to evaluate the course of knee injury and treatment outcome. KOOS is patient-administered, the format is user-friendly and it takes about 10 minutes to fill out.

Scoring instructions

The KOOS's five patient-relevant dimensions are scored separately: Pain (nine items); Symptoms (seven items); ADL Function (17 items); Sport and Recreation Function (five items); Quality of Life (four items). A Likert scale is used and all items have five possible answer options scored from 0 (No problems) to 4 (Extreme problems) and each of the five scores is calculated as the sum of the items included.

Interpretation of scores

Scores are transformed to a 0–100 scale, with zero representing extreme knee problems and 100 representing no knee problems as common in orthopaedic scales and generic measures. Scores between 0 and 100 represent the percentage of total possible score achieved.

Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Pain

P1 How often is your knee painful?	<input type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Monthly	<input type="checkbox"/> Weekly	<input type="checkbox"/> Daily	<input type="checkbox"/> Always
------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

What degree of pain have you experienced the last week when...?

P2 Twisting/pivoting on your knee	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P3 Straightening knee fully	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P4 Bending knee fully	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P5 Walking on flat surface	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P6 Going up or down stairs	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P7 At night while in bed	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P8 Sitting or lying	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
P9 Standing upright	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme

Symptoms

Sy1 How severe is your knee stiffness after first wakening in the morning?	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sy2 How severe is your knee stiffness after sitting, lying, or resting later in the day?	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sy3 Do you have swelling in your knee?	<input type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Rarely	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Often	<input type="checkbox"/> Always
Sy4 Do you feel grinding, hear clicking or any other type of noise when your knee moves?	<input type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Rarely	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Often	<input type="checkbox"/> Always
Sy5 Does your knee catch or hang up when moving?	<input type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Rarely	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Often	<input type="checkbox"/> Always
Sy6 Can you straighten your knee fully?	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Often	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Rarely	<input type="checkbox"/> Never
Sy7 Can you bend your knee fully?	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Often	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Rarely	<input type="checkbox"/> Never

Activities of daily living

What difficulty have you experienced the last week...?

A1 Descending	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A2 Ascending stairs	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A3 Rising from sitting	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A4 Standing	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A5 Bending to floor/picking up an object	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A6 Walking on flat surface	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A7 Getting in/out of car	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A8 Going shopping	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A9 Putting on socks/stockings	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A10 Rising from bed	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A11 Taking off socks/stockings	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A12 Lying in bed (turning over, maintaining knee position)	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A13 Getting in/out of bath	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A14 Sitting	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A15 Getting on/off toilet	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A16 Heavy domestic duties (shovelling, scrubbing floors, etc)	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
A17 Light domestic duties (cooking, dusting, etc)	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme

Sport and recreation function

What difficulty have you experienced the last week...?

Sp1 Squatting	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp2 Running	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp3 Jumping	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp4 Turning/twisting on your injured knee	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme
Sp5 Kneeling	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme

Knee-related quality of life

Q1 How often are you aware of your knee problems?	<input type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Monthly	<input type="checkbox"/> Weekly	<input type="checkbox"/> Daily	<input type="checkbox"/> Always
Q2 Have you modified your lifestyle to avoid potentially damaging activities to your knee?	<input type="checkbox"/> Not at all	<input type="checkbox"/> Mildly	<input type="checkbox"/> Moderately	<input type="checkbox"/> Severely	<input type="checkbox"/> Totally
Q3 How troubled are you with lack of confidence in your knee?	<input type="checkbox"/> Not at all	<input type="checkbox"/> Mildly	<input type="checkbox"/> Moderately	<input type="checkbox"/> Severely	<input type="checkbox"/> Totally
Q4 In general, how much difficulty do you have with your knee?	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Mild	<input type="checkbox"/> Moderate	<input type="checkbox"/> Severe	<input type="checkbox"/> Extreme

RÉSUMÉ

Introduction : Le taux d'incidence de lésion du ligament croisé antérieur (LCA) est supérieur chez les femmes. La littérature actuelle démontre un nombre plus élevé de rupture en phase ovulatoire. Les chercheurs ont émis l'hypothèse que ce nombre disproportionné comparé aux hommes peut être lié à la laxité du genou, qui à son tour peut être influencée par les hormones.

Objectif : L'objectif est de déterminer si le facteur hormonal représenté par le cycle menstruel entraîne une variation de laxité en phase ovulatoire chez les femmes dans le milieu sportif, ce qui pourrait expliquer le plus grand taux de lésion du LCA pour les femmes.

Méthodologie de recherche : Afin de répondre à cette question étiologique, des recherches sont effectuées sur Pubmed, Cochrane Library et Kinédoc. Les études incluses doivent être publiées après les années 2000, et doivent inclure des études cas-témoin, de cohorte ou transversale. La population étudiée comprend des athlètes en période pré-ménopausique sans antécédent de blessure du LCA. La laxité doit être mesurée à l'aide de l'arthromètre de genou KT-1000. Chaque article est évalué avec la grille NOS.

Résultats et analyses : L'analyse des résultats a été réalisée de façon qualitative et quantitative. 6 études de cohorte rétrospectives sont retenues dans cette revue. 5 études sur 6 montrent une laxité plus forte durant la phase ovulatoire mais les résultats ne sont pas significatifs.

Discussion : La complexité des liens entre les nombreuses hormones sexuelles ne nous permet pas de définir avec certitude laquelle ou lesquelles sont impliquées dans l'augmentation ou la diminution de la laxité et dans quelle mesure. Des études ultérieures avec un plus haut niveau de preuves scientifiques et une prise en compte d'autres facteurs de risque semblent nécessaires afin d'éclaircir ce rapport de causalité.

Mots clés : laxité LCA, facteur hormonal, cycle menstruel, hormone sexuelle.

ABSTRACT

Introduction: The incidence rate of anterior cruciate ligament (ACL) injury is higher for women. The current literature demonstrates a higher number of ruptures during the ovulatory phase. The researchers hypothesized that this disproportionate number compared to men may be related to knee laxity, which in turn may be influenced by hormones.

Objective: The objective is to determine if the hormonal factor represented by the menstrual cycle leads to a variation in laxity during the ovulatory phase in women in sports, which could explain the higher rate of ACL injury for women.

Research methodology: To answer this etiological question, Pubmed, Cochrane Library, and Kinedoc were searched. Included studies must be published after the 2000s, and must include case-control, cohort, or cross-sectional studies. The study population includes premenopausal athletes with no history of ACL injury. Laxity is to be measured using the KT-1000 knee arthrometer. Each item is assessed with the NOS grid.

Results and analyses: The analysis of the results was performed in a qualitative and quantitative manner. 6 retrospective cohort studies were included in this review. Five of the six studies showed greater laxity during the ovulatory phase, but the results were not significant.

Discussion: The complexity of the relationships between the many sex hormones does not allow us to define with certainty which one or ones are involved in the increase or decrease of laxity and to what extent. Further studies with a higher level of scientific evidence and consideration of other risk factors seem necessary to clarify this causal relationship.

Key words : ACL laxity, hormonal factor, menstrual cycle, sex hormon.