

# **INFLUENCIA DEL CICLO MENSTRUAL EN LA VULNERABILIDAD DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS FEMENINAS.**

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

FACULTAD TECNOCAMPUS MATARÓ – UPF



*Centre universitari adscrit a la*



**Trabajo Final de Grado Realizado por:** Àlex Sáez Ruiz

**Año académico:** 2023-2024

**Tutor/a de TFG:** Lía Moreno Simonet

**Modelo de TFG:** Trabajo de revisión sistemática

**Asignatura:** 2033 – Trabajo Final de Grado

**Fecha de entrega:** 10 de mayo del 2024

# Índice de la revisión

<b>Resumen .....</b>	<b>4</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>6</b>
1.1. Las hormonas más relevantes en el ciclo menstrual.....	7
1.2. El ciclo menstrual y sus fases .....	8
1.3. Anatomía del ligamento cruzado anterior y sus funciones principales .....	11
1.4. Factores de Riesgo y grados de lesión del (LCA) .....	12
<b>2. Justificación .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Objetivos .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Metodología utilizada .....</b>	<b>14</b>
4.1. Definición pregunta de interés .....	14
4.2. Fuentes de información .....	14
4.3. Ecuación de investigación para las bases científicas.....	14
4.4. Criterios de selección .....	15
4.5. Evaluación de calidad de los estudios .....	15
<b>5. Resultados de la revisión sistemática .....</b>	<b>17</b>
5.1. Diagrama de Flujo .....	17
5.2. Descripción de las características de cada uno de los artículos.....	18
5.3. Resultados de la valoración metodológica .....	21
5.4. Resumen de los datos extraídos de cada uno de los artículos .....	22
<b>6. Discusión .....</b>	<b>27</b>
<b>7. Conclusiones .....</b>	<b>30</b>
<b>8. Implicación en la práctica profesional y líneas de futuro. ....</b>	<b>31</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>32</b>
<b>10. Anexos .....</b>	<b>36</b>

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Hormonal events and phases in a eumenorrheic 28-day menstrual cycle. (Carmichael et al., 2021).....	9
Ilustración 2 Representación de las variaciones en los niveles de hormonas y eventos durante el ciclo menstrual. (González-Merlo et al., 2006).....	10
Ilustración 3 Recorridos e inserciones (LCA).....	11
Ilustración 4 - Diagrama de flujo. ....	17
Ilustración 5- Escala PEDro criterios .....	36
Ilustración 6 - PEDro criterios explicados.....	37
Ilustración 7 - Cronograma entrega inicial.....	38

## Índice de tablas

Tabla 1: Ilustración factores de riesgo lesión LCA con elaboración propia.....	12
Tabla 2: Descripción de los artículos revisados .....	18
Tabla 3: Resultados de la valoración con escala PEDro .....	21

## Resumen

El trabajo investiga la influencia del ciclo menstrual en la vulnerabilidad del ligamento cruzado anterior, las fluctuaciones hormonales y la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en atletas o deportistas femeninas. A través de esta revisión sistemática formada por quince artículos científicos, se evidencia una pequeña correlación significativa entre las diferentes fases del ciclo menstrual y la incidencia lesional del ligamento cruzado anterior.

Los resultados muestran un pequeño aumento de lesiones durante las fases ovulatoria y lútea del ciclo menstrual, sugiriendo una mayor vulnerabilidad en este periodo, aunque sin un consenso total de los diferentes autores revisados. Además, se observa una asociación entre los niveles hormonales femeninos, como el estrógeno, la progesterona, la relaxina o el 17 $\beta$ -estradiol entre otros, aumentando el riesgo de lesión durante los cambios drásticos en el ciclo menstrual.

Debido a los diferentes cambios, los diferentes tipos de ciclo menstrual, y la dificultad por determinar exactamente en qué momento del ciclo menstrual se haya la deportista, la literatura revisada sugiere seguir investigando en el ámbito del ciclo menstrual y las hormonas femeninas, con la finalidad de llegar a un consenso global entre los diferentes autores y poder desarrollar estrategias más precisas que ayuden a minimizar el riesgo lesional de estas deportistas en el ámbito de la salud y el rendimiento de las mujeres.

### Palabras clave:

Ciclo menstrual; Ligamento cruzado anterior (LCA); Hormonas femeninas

## **Abstract**

The work investigates the influence of the menstrual cycle on the vulnerability of the anterior cruciate ligament (ACL), hormonal fluctuations, and ACL injury in female athletes. Through this systematic review comprised of fifteen scientific articles, a small but significant correlation between different phases of the menstrual cycle and the incidence of ACL injury is evidenced.

The results show a slight increase in injuries during the ovulatory and luteal phases of the menstrual cycle, suggesting greater vulnerability during this period, although without a total consensus among the different authors reviewed. Additionally, an association is observed between female hormone levels, such as estrogen, progesterone, relaxin, or  $17\beta$ -estradiol, among others, increasing the risk of injury during drastic changes in the menstrual cycle.

Due to the different changes, different types of menstrual cycles, and the difficulty in determining exactly when in the menstrual cycle the athlete is, the reviewed literature suggests further research in the field of the menstrual cycle and female hormones, with the aim of reaching a global consensus among different authors and developing more precise strategies to help minimize the risk of injury for these athletes in terms of women's health and performance.

### **Key words:**

Menstrual cycle; Anterior Cruciate Ligament (ACL); Female hormones

## 1. Introducción

En el año 2022, las licencias federativas en las diversas disciplinas deportivas alcanzaron un total de 998.085 deportistas femeninas en el territorio español, según los datos proporcionados por Congreso Superior de Deportes (2022). Esta cifra evidencia un ascenso constante y creciente de la participación femenina en el ámbito deportivo hasta la actualidad, representando casi un 5% más que en el año 2007.

Este fenómeno, lejos de ser un mero dato estadístico señala un cambio en la dinámica y la importancia del deporte femenino, creando entornos más exigentes y profesionalizados, donde el deseo de las diferentes deportistas de mantenerse a un alto nivel de forma crea niveles de exigencia muy elevados. En consecuencia, se ha observado un incremento sustancial en la incidencia de lesiones de rodilla en el género femenino, siendo una de las lesiones más prevalentes en el aparato locomotor (Rochcongar, 2014). Este hecho ha impulsado un interés desbordante por investigar las causas que podrían preceder a este tipo de lesiones.

En la lesión del ligamento cruzado anterior, la literatura científica indica que las mujeres tienden a presentar una tasa de incidencia lesional más elevada en comparación con el género masculino (Stojanović et al., 2023). Generalmente de entre dos y ocho veces mayor que la de los hombres dentro de la misma disciplina deportiva (Wojtys et al., 2002).

Por ello, varios autores como Rochcongar (2014) sostienen en sus investigaciones que la incidencia de lesiones relacionada con la vulnerabilidad del ligamento cruzado anterior es multifactorial y depende de diversos factores de riesgo. No obstante, en los últimos años surge una tendencia creciente de la influencia del ciclo menstrual en relación con esta lesión tan predominante en el género femenino.

El cuerpo femenino experimenta fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual, siendo una de las principales diferencias con relación al cuerpo humano masculino, lo cual podría tener impactos en diferentes factores; biomecánicos, fisiológicos, neuromusculares, entre otros que pueden repercutir en la respuesta del ligamento cruzado anterior durante la ejecución de la actividad física. (Stojanović et al., 2023)

Para poder comprender cómo afecta el ciclo menstrual sobre esta lesión, primero se debe comprender qué es y cómo se manifiesta a nivel fisiológico en el organismo.

## 1.1. Las hormonas más relevantes en el ciclo menstrual

Aguilar Macías et al. (2017) en su revisión sistemática habla de las diferentes hormonas que prevalecen durante el ciclo menstrual. Se destaca la descripción minuciosa de diferentes hormonas reproductivas incluyendo la hormona hipotalámica, hormona luteinizante (LH), prolactina, los estrógenos, la progesterona, entre otras. Además, es de gran importancia recalcar la relación de algunas hormonas con la actividad física: la progesterona, la testosterona, la insulina, la somatotropina y la prolactina, Tal y como destacan autores como Baerwald & Pierson (2020), Bull et al. (2019) en sus publicaciones. A continuación, se detallan algunas de las diferentes hormonas reproductivas femeninas que se consideran importantes.

- **FSH:** Hormona folículo estimulante. Tiene el inicio en el comienzo del ciclo sexual y estimula el ovario para desarrollar los folículos (estructuras llenas de líquido con óvulos en diferentes estados de maduración)
- **LH:** Hormona luteinizante. Desencadena la ovulación en el folículo con el óvulo completamente madurado.
- **Estrógenos:** Es una hormona esteroidea que engloba tres estrógenos clásicos (estradiol, estrona y estriol) y desempeña un papel fundamental en el desarrollo del óvulo maduro en el ovario durante el CM. Una de sus varias funciones es influir en el metabolismo de grasas y el colesterol en sangre, afectando en la ejecución de la actividad física al modular la obtención de energía, además de una función reguladora durante todo el ciclo. En la fase folicular los niveles más bajos de estrógenos favorecen la utilización de energía rápida, es decir recurriendo al ATP y glucógeno muscular como substratos energéticos. El estrógeno más importante dentro del ciclo es el Estradiol (E2/17 B-estradiol) hormona esteroide que tiene un papel importante en la función sexual, reproductiva. Al final de la fase lútea se observa una disminución significativa de este.
- **Progesterona (P4):** Hormona que se puede encontrar en glándulas que formen esteroides (ovarios o la corteza suprarrenal). Esta es responsable de los diferentes cambios que se puedan originar en el útero durante el CM. Se localiza con mayor presencia durante la fase premenstrual y afecta al rendimiento físico.
- **Testosterona:** Es limitada en los ovarios femeninos, y desempeña un papel crucial como agente en el metabolismo proteico (regulador).
- **Somatotropina:** Aumenta la gluconeogénesis<sup>1</sup>, síntesis proteica, transportación aminoacídica y captación de glucosa y ácidos grasos en el músculo. Los picos de somatotropina encajan con la LH y FSH durante la segunda mitad del ciclo.

---

<sup>1</sup> Vía metabólica anabólica que facilita la síntesis de glucosa gracias a los precursores no glucídicos.

- Prolactina (PRL): Predominante durante la fase lútea en comparación con la fase folicular. Su liberación puede tener correlación con el aumento de la actividad física e implicada en trastornos menstruales.

## 1.2. El ciclo menstrual y sus fases

En una revisión sistemática llevada a cabo por Martínez-Fortuny et al. (2023) el ciclo menstrual se podría definir como aquellos eventos fisiológicos que suceden en los órganos genitales femeninos y se caracterizan por una serie de cambios estructurales y funcionales.

Generalmente, el ciclo menstrual oscila mayoritariamente alrededor de los veinte-cuatro y treinta días, siendo el de veinte-ocho días el que más predomina en la población, según Jessica E. McLaughlin (2022) en su publicación sobre la explicación de las fases del ciclo menstrual.

Zanin et al. (2011) divide y explica las diferentes fases que conforman el ciclo menstrual, comentando que: “fase folicular (preovulatoria), comprende desde el primer día del ciclo con el inicio del sangrado hasta la ovulación; y fase lútea (posovulatoria), desde la ovulación hasta el primer día del siguiente sangrado”.

Barranquero et al. (2023) explica las fases de la siguiente manera, a partir del inicio del ciclo menstrual, donde las diferentes hormonas sexuales – reproductivas se encuentran en un estado basal.

- Menstruación: Inicio del ciclo menstrual a partir de la bajada de la menstruación. Corresponde a la descamación del endometrio (revestimiento interno del útero)
- Fase folicular: Tiende a prevalecer durante diez a catorce días, desde el primer día del periodo menstrual. Durante este periodo, la corteza ovárica experimenta una maduración folicular, finalizando la formación del folículo de Graaf, que finalmente desatará la liberación del ovocito en la ovulación<sup>2</sup>. En esta etapa predomina la hormona FSH, que además producirá la estimulación de estrógenos. Estos últimos estimulan la LH, contribuyendo así a la formación del folículo vesicular.
- Fase ovulatoria: Hacia el día 14, la hipófisis experimenta un aumento de LH, reconocida como pico LH, el cual provoca la ovulación. Con la finalización del folículo de Graff se liberará el óvulo maduro en la trompa de Falopio.
- Fase lútea: Es la segunda mitad del ciclo menstrual, que sigue a la fase folicular. Comienza después de la ovulación y se extiende hasta el inicio del próximo periodo menstrual. Durante esta fase, el folículo que liberó el óvulo se transforma en una estructura llamada cuerpo lúteo, que secreta principalmente progesterona. La progesterona es la hormona predominante en la fase lútea y desencadena cambios en el revestimiento del útero para prepararse para una posible

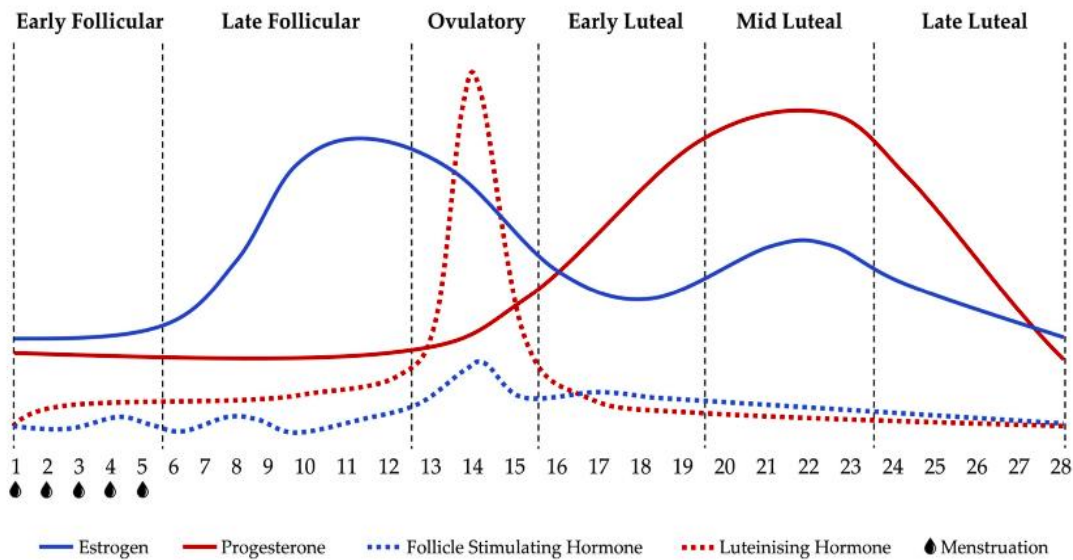
---

<sup>2</sup> Ovulación: folículo maduro se rompe liberando el ovocito hacia las trompas. Se desencadena por el pico de LH, consecuencia del aumento de los estrógenos



implantación del óvulo fertilizado. Si no ocurre la fertilización, el cuerpo lúteo se degrada, los niveles de progesterona disminuyen y comienza un nuevo ciclo menstrual con la menstruación.

A continuación, se muestra una ilustración proveniente de la literatura científica de Carmichael et al. (2021) que ofrece una visión detallada de las diversas hormonas y los ciclos predominantes en cada fase del ciclo menstrual. Es importante destacar que el autor realiza una subdivisión adicional de las fases folicular y lútea: Folicular temprana, folicular tardía, lútea temprana, lútea media y lútea tardía.



*Ilustración 1 Hormonal events and phases in a eumenorrheic 28-day menstrual cycle. (Carmichael et al., 2021)*

Unido a los cambios hormonales, la siguiente figura representa el ciclo ovárico, la temperatura corporal durante las diferentes fases del ciclo, las hormonas de la hipófisis, ováricas y el ciclo uterino, ofreciendo una visión global de todo el proceso.

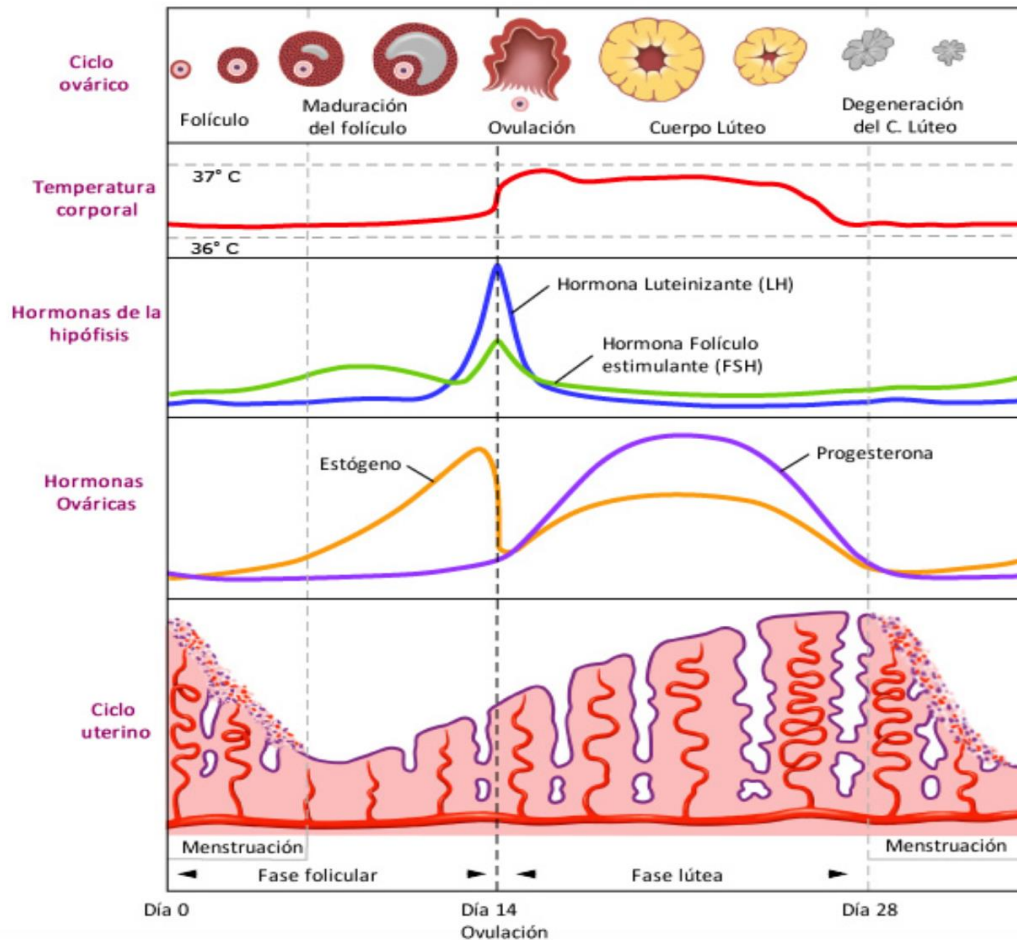


Ilustración 2 Representación de las variaciones en los niveles de hormonas y eventos durante el ciclo menstrual. (González-Merlo et al., 2006)

No obstante, a simple vista, resulta relevante explorar la relación atribuible al impacto de las hormonas sobre la lesión de rodilla. Se ha comprobado según diversa literatura científica que el ligamento cruzado anterior (LCA) tiene diversos receptores de hormonas femeninas reproductivas, las cuales pueden afectar a las diversas estructuras blandas. Ireland (2002) en su publicación, destaca la presencia de estos receptores como el de 17 $\beta$ -estradiol en las fibras del ligamento cruzado anterior, o la presencia de cantidades elevadas de estrógeno, puede reducir la síntesis de colágeno tipo I.

### 1.3. Anatomía del ligamento cruzado anterior y sus funciones principales

El ligamento cruzado anterior (LCA) se define como una de las estructuras anatómicas más importantes para la estabilidad y el funcionamiento del complejo articular de la rodilla. Ayala-Mejías et al. (2014) define como una estructura intraarticular y extra sinovial cuya inserción proximal es hallada en la porción posterior de la cara interna del cóndilo femoral externo, manteniendo una dirección en forma de abanico hacia su inserción distal en la región anterointerna de la meseta tibial entre las espinas tibiales. Además, se compone por fibras de colágeno rodeadas por tejido conjuntivo laxo y tejido sinovial. Su longitud media suele prevalecer entre 31mm y 38mm de largada y unos 1mm de anchura. Finalmente, el LCA se distingue en dos fascículos: el fascículo posterolateral (PL) y el anteromedial (AM).



*Ilustración 3 Recorridos e inserciones (LCA)*

KAPANDJI (1997) comenta el papel crucial de esta estructura ligamentosa a la hora de proporcionar una resistencia en la traslación anterior de la rodilla entre un 75-85% de la carga, además de tensionar en rotación interna la tibia cuando la rodilla está cerca de la extensión proporcionando una estabilidad crucial en los diferentes movimientos articulares.

En el ámbito deportivo donde las demandas biomecánicas son esenciales, el ligamento cruzado anterior toma un papel determinante en la prevención de lesiones. La epidemiología identifica el mecanismo lesional principal de esta estructura en la rotación del fémur sobre la tibia fija con el pie apoyado, especialmente durante movimientos de pivote y predominando en acciones sin contacto (Van Melick et al., 2016)

No obstante, según Smith et al. (2012) la lesión del ligamento cruzado anterior se considera multifactorial, esto es debido a los diferentes factores que pueden afectar de forma directa o indirecta en la debilidad de esta estructura biomecánica.

A continuación, se ilustra una tabla de los factores de riesgo respaldada por la literatura científica diferenciándolos en diferentes categorías

## 1.4. Factores de Riesgo y grados de lesión del (LCA)

Tabla 1: Ilustración factores de riesgo lesión LCA con elaboración propia.

Tipo	Factor de riesgo	Autor
<b>Intrínsecos anatómicos</b>	- Ángulo Q	- (Shultz et al., 2008) - (Smith et al., 2012) - (Alentorn-Geli et al., 2009)
	- Rodillas en Valgo	
	- Recurvatum ( <i>hiperlaxitud e hiperextensión rodilla</i> )	
	- Pies en pronación	
	- Menor tamaño LCA	
	- Mayor % IMC	
<b>Extrínsecos</b>	- Superficie	- (Barrero, 2009)
	- Tipo de calzado	
	- Clima / Ambiente	
	- Contexto	
<b>Intrínsecos Musculares</b>	- Patrones de movimiento	- (Alentorn-Geli et al., 2009) - (Smith et al., 2012) - (McCall et al., 2014)
	- Desequilibrios musculares	
	- Debilidad zona media	
	- Capacidad de realizar fuerza	
	- Fatiga	
- Riesgo		
<b>Intrínsecos Hormonales</b>	- Aspectos Hormonales	- (Smith et al., 2012)
	- Función cognitiva	
	- Presencia de lesión previa	

A través del análisis de los diferentes autores, se corrobora que la lesión del ligamento cruzado anterior es multifactorial tal y como se ha especificado en el epígrafe anterior. Los diversos factores estudiados, se pueden manifestar en diferentes grados de lesión, tal y como especifica (Quintero et al., 2003) en su libro.

- **Grado I (estiramiento):** Se presenta un dolor severo y un edema leve. Se caracteriza por no presentar pérdida funcional ni inestabilidad mecánica.
- **Grado II (rotura parcial):** Presenta dolor moderado junto a edema y equimosis moderada, dolor en las estructuras lesionadas y pérdida funcional junto con una inestabilidad mecánica leve.
- **Grado III (rotura completa):** Presenta dolor variable, edema, equimosis y una franca inestabilidad funcional e incapacidad de carga variable.

## 2. Justificación

Es sabido que el ciclo menstrual puede influir y contribuir a la inestabilidad de las articulaciones a través de las hormonas reproductivas femeninas segregadas, las cuales alteran y modifican el funcionamiento del organismo según comentan algunos autores cómo Shafiei et al. (2016). A pesar de la tendencia creciente en la última década por comprender el impacto del ciclo menstrual en la salud musculoesquelética deportiva de las mujeres deportistas, reside una notable discrepancia científica en base a la influencia del ciclo en la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en deportistas femeninas.

Autores cómo Park et al. (2009), corroboran la gran importancia de este factor hormonal sobre dicha lesión de rodilla. Sin embargo, otros investigadores cómo Shafiei et al. (2016) discrepan sobre esta hipótesis, creando una disconformidad en el ámbito de la investigación

El avance científico es considerable en el ámbito deportivo femenino, aun así, se pueden abordar nuevos campos y mejorar otros que crean discrepancia entre los diferentes investigadores. Estos podrían ser: la investigación de mecanismos biológicos de los ligamentos que causen predisposición en la laxitud de la rodilla; el estudio de los ciclos irregulares, los cuales podrían influir de manera sustantiva en el problema expresado; y por último crear estudios a largo plazo, focalizados en la evolución de varios ciclos menstruales en deportistas femeninas.

Por ello este trabajo, se justifica en el hecho de profundizar y conectar todas aquellas investigaciones y literatura científica creada y publicada, con el fin de extraer los resultados de los diferentes autores y unirlos en un mismo documento, para así poder clarificar y entender que sucede en el organismo femenino y como repercute en la lesión del ligamento cruzado anterior.

## 3. Objetivos

El objetivo principal de esta revisión reside en:

- Determinar la influencia que presenta el ciclo menstrual en la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninas.

Además, se añaden tres objetivos secundarios con los que se buscará complementar este trabajo:

- Determinar la fase más influyente en el ciclo menstrual en referencia a la lesión LCA a través de la literatura científica.
- Establecer los factores hormonales que podrían afectar a la susceptibilidad del ligamento cruzado anterior.
- Determinar si el ciclo menstrual tiene relevancia en la laxitud de la rodilla.

## **4. Metodología utilizada**

### **4.1. Definición pregunta de interés**

La pregunta de interés de este Trabajo Final de Grado es: ¿Qué relación presenta el ciclo menstrual en la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninas?

En resumen, se centra en resolver el enigma de las fluctuaciones hormonales femeninas y buscar una correspondencia de cómo afectan en el complejo articular de la rodilla durante el ciclo menstrual a las deportistas femeninas.

### **4.2. Fuentes de información**

Para llevar a cabo la realización de esta revisión sistemática, se exploran diferentes fuentes de información con el objetivo de resolver la pregunta de interés generada para esta investigación. Las bases de datos utilizadas para la búsqueda de literatura científica incluyen SPORT Discus, ScienceDirect y PubMed, siendo este último de donde mayor volumen de literatura científica es extraído para esta revisión.

La selección de estas bases de datos viene dada por la importancia, el impacto y la repercusión en el ámbito de la salud, especialmente relacionada con la medicina deportiva y las ciencias del deporte, siendo muy relevantes en Journal Citation Reports. Por lo que la selección de estas fuentes garantiza que el material obtenido y seleccionado sea de una gran rigurosidad científica y que este trabajo pueda ser desarrollado correctamente.

### **4.3. Ecuación de investigación para las bases científicas**

Las palabras claves utilizadas para las diferentes bases científicas son las siguientes: menstrual cycle, acl, anterior cruciate ligament, athletes, injuries, acl tear, women y menses. Siendo estas, las palabras más utilizadas en la literatura científica y con más correspondencia a la pregunta de interés que se desea resolver en esta investigación.

Con estas palabras claves se asegura la inclusión de estudios relevantes para la recopilación de información para este trabajo.

Además de escoger adecuadamente las diferentes key word para la realización de esta revisión sistemática, se seleccionan diferentes formas de búsqueda en las diferentes bases científicas, las cuales vienen generadas por operadores booleanos. Se utilizan el “AND” y el “NOT” como principales.

A continuación, se adjunta la ecuación de búsqueda que se utiliza para la realización de esta revisión sistemática.

(Menstrual Cycle or Menstruation or menses) AND (ACL or acl injury or acl tear or Anterior Cruciate Ligament or Anterior Cruciate Ligament Injury) AND (teenaged or woman or sports or team sports or athletics or physical activity or performance) NOT (systematic review or meta-analysis).

#### 4.4. Criterios de selección

Para la búsqueda de diferente información rigurosamente científica, se aplican los diferentes criterios de selección referentes al ámbito de influencia del ciclo menstrual y la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninas. Los cuales se detallan a continuación.

- **Tema seleccionado:** Se priorizan los artículos cuya información vaya relacionada explícitamente con el ciclo menstrual y la relación de incidencia lesional en el ligamento cruzado anterior.
- **Tipo de estudio:** Son incluidos aquellos que sean ensayos clínicos, estudios observacionales publicados en revistas o plataformas rigurosamente científicas.
- **Rango de años de publicación:** Se utiliza literatura científica referente a las últimas dos décadas, rango de años entre 2004 y 2024. Asegurando investigaciones recientes.
- **Disponibilidad del Texto completo:** Artículos con acceso a texto completo, garantizando una visión global y detallada de toda la información requerida.
- **Idioma de publicación:** Se incluyen los diferentes idiomas en el rango de selección: catalán, castellano o inglés, facilitando así la comprensión de la información seleccionada.
- **Criterios de población:** Los artículos que dispongan del tema seleccionado anteriormente, deben incluir el género femenino. Este criterio de selección deberá abarcar chicas de adolescencia tardía “15 años” hasta mujeres adultas que sigan presentando el ciclo menstrual.

Cualquier artículo científico, que no cumpla los criterios especificados anteriormente es descartado, además de los diferentes artículos duplicados, los cuales son filtrados y descartados previamente. La selección de estos se nombra en un diagrama de flujo de elaboración propia en el apartado de resultados.

#### 4.5. Evaluación de calidad de los estudios

La herramienta PEDro (Physiotherapy Evidence Database), es un instrumento diseñado para evaluar la calidad metodológica de los ensayos clínicos presentados en el ámbito de la investigación. PEDro proporciona diferentes puntos de evaluación con una estructura de escala simple, donde se debe responder en si/no diferentes ítems, permitiendo una evaluación crítica de la calidad del estudio en cuestión.

Las características principales de la herramienta se dividen en tres parámetros clave, siendo el primero de ellos el más determinante: criterios de evaluación, puntuación de los estudios y evaluación de calidad.

El primer punto selecciona los criterios específicos, evaluando la calidad metodológica de los ensayos clínicos utilizando 11 criterios específicos:

- Elegibilidad de los participantes.
- Asignación aleatoria.
- Ocultación de la asignación.
- Basal comparabilidad.
- Cegamiento de los participantes.
- Cegamiento de los terapeutas.
- Cegamiento de los evaluadores de resultados.
- Suficiencia de medidas de resultado.
- Intención de tratar el análisis.
- Comparaciones estadísticas entre grupos.
- Resultados y variabilidad de los resultados.

El segundo punto clave se basa en: Puntuación de los Estudios: Cada criterio se evalúa como presente (1 punto) o ausente (0 puntos), y los estudios reciben una puntuación global basada en la cantidad de criterios que cumplen.

El tercer punto clave se basa en la evaluación de la calidad global: La calidad metodológica de cada estudio se clasifica en una escala de 0 a 11 puntos, reflejando el número de criterios cumplidos.

Interpretación de los Resultados:

Puntuación Total: Una puntuación más alta indica una mayor calidad metodológica del estudio, con una puntuación máxima de 11 puntos.

Para la clasificación de la calidad: Los estudios pueden clasificarse en tres categorías en función de su puntuación total:

- Alta calidad (9-11 puntos).
- Calidad moderada (6-8 puntos).
- Baja calidad (<6 puntos).



## 5. Resultados de la revisión sistemática

### 5.1. Diagrama de Flujo

A continuación, se adjunta el diagrama de flujo en el que se selecciona el contenido de calidad que forma parte de esta revisión sistemática.

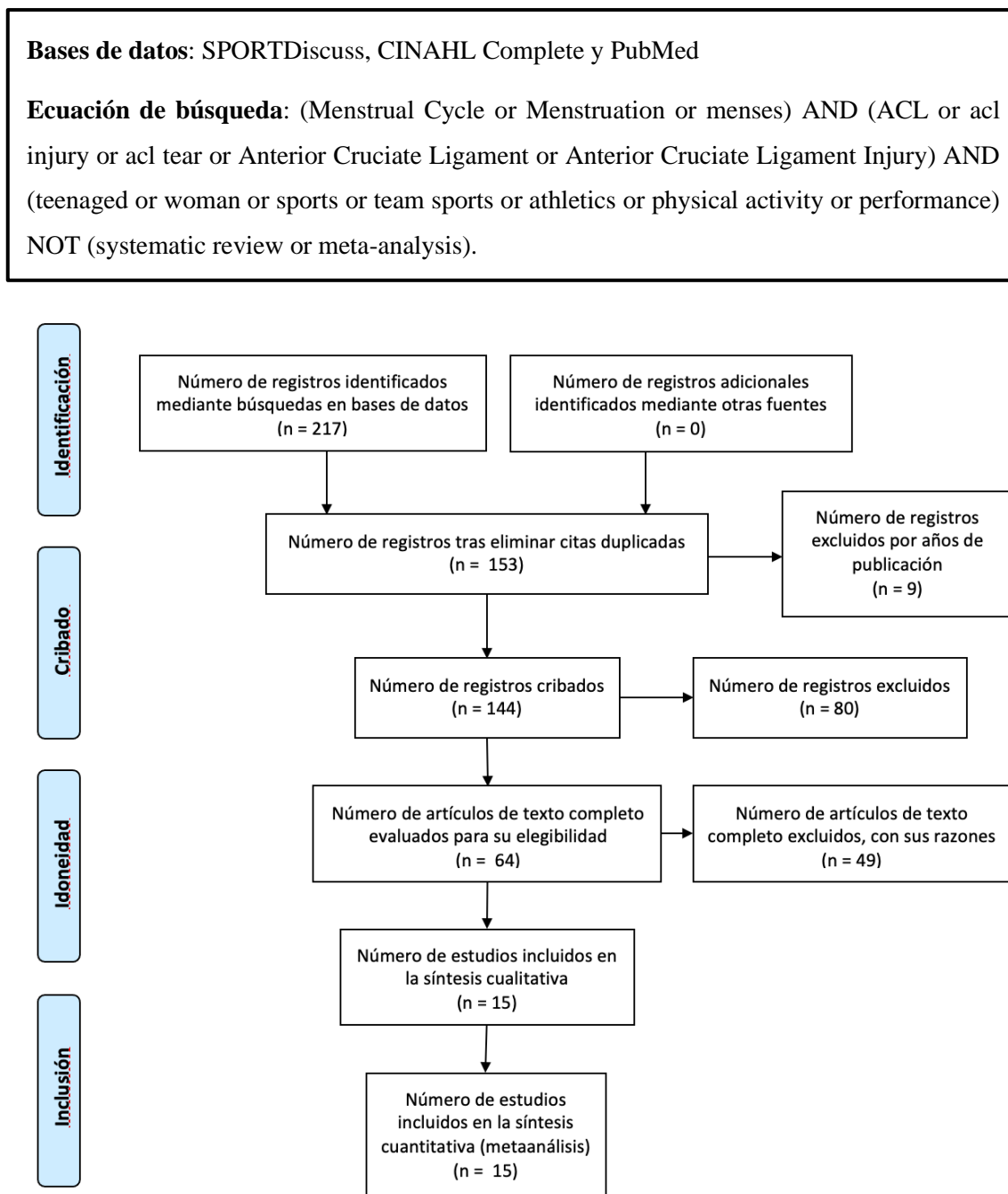


Ilustración 4 - Diagrama de flujo.

## 5.2. Descripción de las características de cada uno de los artículos

Tabla 2: Descripción de los artículos revisados

Autor y año	Tipología estudio	Metodología	Objetivo	Población	Resultados
(Adachi et al., 2008)	Observacional	Cuestionario con ítems referentes (edad, CM, talla, peso...)	Determinar si las lesiones se producían de forma aleatoria o deducir si venían en una fase en concreto	n=18 Edad= 16.2 Deportes colectivos	Se registraron los siguientes datos a nivel de lesiones en LCA en diferentes atletas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 lesiones en la fase folicular</li> <li>- 13 lesiones en la fase ovulatoria</li> <li>- 3 lesiones en la fase lútea</li> </ul>
(Bingzheng et al., 2023)	Casos y controles	- Prueba de sangre y orina para determinar momento del ciclo. - Prueba cinemática con cortes a 90°	Monitorizar mediante un dispositivo móvil de análisis de movimiento, controlar las concentraciones de hormonas y los parámetros cinemáticos de la rodilla Buscar una correlación del valgo dinámico de rodilla con las hormonas sexuales femeninas.	n=53 deportistas y se excluyen 12. Edad= Desconocida	Se registra: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El grupo 4 posee un menor valgo dinámico de rodilla (fase lútea media)</li> <li>- Las hormonas no tienen ningún efecto protector</li> </ul>
(Dragoo, Castillo, Braun, et al., 2011)	Cohortes	- Cuestionarios - Pruebas LH en orina y de sangre - Historial CM para identificar ciclo. - Monitorización durante la carrera	Determinar si concentraciones > de SRC (relaxina sérica) sufren desgarros en LCA a un ritmo mayor.	n=128 Edad= 19.5 Deportes colectivos	Las atletas de élite con desgarros del ligamento cruzado anterior tienen un SRC más alto que aquellas sin desgarros. Aquellos con un Un SRC superior a 6,0 pg/ml tenía un riesgo 4 veces mayor de sufrir un desgarro. - > niveles SRC pueden afectar a la lesión de LCA.
(Gilmer et al., 2020)	Observacional	- Ciclo menstrual (10 veces por año) - Cuestionario con ítems referentes - Seguimiento cinemático y sistema electromagnético	Comparar el valgo dinámico y el SRC entre atletas que habían sufrido lesión de LCA y aquellos que no en dos momentos del CM.	n=22 atletas Edad=	- Atletas con desgarro previo tenían > concentración de SRC y > valgo. - No queda claro si el nivel de SRC se estabiliza o si crea un mayor riesgo de lesión de LCA.

(Hohmann et al., 2015)	Observacional	Consentimiento informado y test de diferentes con acelerómetro uniaxial	Determinar los diferentes niveles de hormonas reproductivas femeninas durante las diferentes fases del ciclo menstrual.	n=11 Edad= 16.3 Deporte: Netball	No hay diferencia clara en las fases analizadas de las diferentes deportistas en mediciones de PTA y TZTA, pero sí se observan en las mediciones de TPTA.
(Khowailed et al., 2015)	Observacional	- Evaluación hormonal - Concentración estradiol - EMG	Investigar si la fluctuación del estradiol durante el CM tiene influencia en el control neuromuscular en el complejo articular de la rodilla.	n= 12 Edad= 25.6 Corredoras Sanas	Mayor concentración de 17b-estradiol durante la fase ovulatoria respecto a la folicular. Mayor traslación tibial (ATT) en la fase ovulatoria. Durante la fase ovulatoria menor laxitud de la rodilla y mayor riesgo de lesión en LCA.
(Lefevre et al., 2013)	Descriptivo	Cuestionario con ítems referentes (edad, CM, talla, peso...)	Describir la distribución de la rotura del LCA durante el ciclo menstrual y sus diferentes fases.	n= 172 Edad= 34.0 ± 8.7 Esquiadoras recreativas	Mayor riesgo de lesión LCA en 2,4 veces mayor en fases pre-folicular y ovulatoria (70.3%) Los anticonceptivos no parecen ofrecer ningún efecto protector sobre las deportistas femeninas.
(Nose-Ogura et al., 2017)	Observacional	- Pruebas de sangre - Medición hormonal	Investigar los cambios en los niveles de relaxina-2 en atletas que toman AO, si tienen efecto sobre el complejo articular de la rodilla.	n=106 Deportes colectivos	Mayor concentración de relaxina-2 en la fase lútea que en la folicular y mayor que en las deportistas con tratamiento hormonal.
(Park et al., 2009)	Observacional		Investigar los niveles de hormonas sexuales femeninas y correlacionar su influencia en la laxitud de la rodilla.	n=26 Deportes colectivos	Se observa una mayor laxitud y menos rigidez de la rodilla en la fase de ovulación.
(Reyes et al., 2023)	Descriptivo	Cuestionario con diversos ítems para obtener la información.	Describir las lesiones de jugadoras de primera y segunda división y estudiar una posible relación con el CM.	n= 71 jugadoras Edad= 21.49 Fútbol élite	Se registran los siguientes datos sobre lesiones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 19 en la fase de menstruación</li> <li>- 5 en la fase folicular</li> <li>- 5 en la fase ovulatoria</li> <li>- 25 en la fase lútea</li> <li>- 40 no recuerdan el momento exacto.</li> </ul>
(Ruedl et al., 2009)	Casos y Controles	Cuestionario con ítems referentes (edad, CM, talla, peso...)	Comparar las frecuencias de lesión en LCA en la fase preovulatoria y postovulatoria en deportistas esquiadoras.	n= 93 deportistas Grupo Exp=93 Grupo Control=93 Edad=Específica similar entre GC y GE	Se registran los siguientes datos sobre la frecuencia de lesión: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 57% de las deportistas en fase preovulatoria.</li> <li>- 43% de las deportistas en fase postovulatoria.</li> </ul>

(Shafiei et al., 2016)	Observacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestras de sangre</li> <li>- Ejercicios de salto y giro en mediciones biomecánicas.</li> </ul>	Comparar los cambios que pueden producirse entorno a la laxitud de la rodilla en el CM.	<p>n=40 Edad=25.5 Deportes colectivos</p>	No se correlaciona ninguna relación con las hormonas femeninas y la laxitud de la rodilla. Diferencia entre género masculino y femenino.
(Stijak et al., 2015)	Caso y Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra de saliva para la concentración de hormonas femeninas.</li> <li>- Prueba de laxitud de articulación general.</li> </ul>	determinar la diferencia en las concentraciones de testosterona, 17-b estradiol y progesterona entre pacientes femeninas con y sin ruptura del LCA y el posible efecto de estas hormonas sobre la laxitud articular generalizada.	<p>n= 24 deportistas emparejadas. Edad GC= 24.8 años Edad GE= 24.2 años</p>	<p>Los resultados que se extrajeron fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una disminución en la concentración de las hormonas femeninas (17-b estradiol, testosterona o progesterona) puede ser un condicionante en la ruptura de LCA más allá de la fase en que se produce.</li> <li>- Grupo con ruptura de LCA se encuentra &lt; testosterona en saliva y &gt; concentración progesterona y 17b-estradiol.</li> </ul>
(Vescovi, 2011)	Observacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestionario</li> <li>- Muestra biológica</li> </ul>	Proporcionar una visión general de la variabilidad del ciclo menstrual en mujeres jóvenes y correlacionarlo con el LCA	<p>n= 165 deportistas Edad= Entre 18 y 44</p>	<p>Dificultad para poder especificar una fase en la cual predomina el riesgo de lesión de LCA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La fluctuación de hormonas femeninas tiene una gran importancia en el riesgo de lesión de LCA.</li> </ul>
(Weidauer et al., 2020)	Observacional transversal	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fuerza de agarre mediante pico ISO</li> <li>- Control hormonal vía muestra sanguínea</li> </ul>	Determinar cambios en el rendimiento neuromuscular a lo largo del ciclo menstrual	<p>n= 50 mujeres universitarias físicamente activas Edad= 18-25</p>	Los resultados indican que el rendimiento muscular disminuye durante la fase folicular temprana aumentando así el riesgo de lesión.

### 5.3. Resultados de la valoración metodológica

A continuación, se añaden los resultados de la valoración metodológica de la revisión presente. Para poder visualizar los criterios evaluados se pueden visualizar en el epígrafe de anexos, en el primer apartado.

Tabla 3 - Resultados de la valoración con escala PEDro

Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
(Adachi et al., 2008)	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/11
(Bingzheng et al., 2023)	Si	No	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	8/11
(Dragoo, Castillo, Braun, et al., 2011)	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	5/11
(Gilmer et al., 2020)	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/11
(Hohmann et al., 2015)	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/11
(Khowailed et al., 2015)	Si	No	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	8/11
(Reyes et al., 2023)	Si	No	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	Si	5/11
(Ruedl et al., 2009)	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	8/11
(Lefevre et al., 2013)	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	7/11
(Nose-Ogura et al., 2017)	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/11
(Park et al., 2009)	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10/11
(Shafiei et al., 2016)	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	8/11
(Stijak et al., 2015)	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/11
(Vescovi, 2011)	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/11
(Weidauer et al., 2020)	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8/11 <sup>3</sup>

Finalmente se ha realizado la comprobación de los resultados obtenidos en la escala PEDro y se ha determinado que según la clasificación especificada en el epígrafe de evaluación metodológica encontramos que la revisión contiene catorce de los quince artículos analizados en una calidad media. Lo que corresponde a un 93% de los artículos en calidad media y un 7% en calidad alta.

<sup>3</sup> Los criterios utilizados en la escala PEDro, están ubicados en el apartado de Anexos, ubicados en la página 36 y 37.

#### 5.4. Resumen de los datos extraídos de cada uno de los artículos

1. Estudio 1 (Adachi et al., 2008). El objetivo del estudio principalmente es determinar si existe una correlación entre el ciclo menstrual y la lesión del ligamento cruzado anterior. En el momento de la lesión se han contabilizado las siguientes estadísticas: 18 deportistas con un ciclo menstrual correcto y normal presentan lesiones de LCA (la mayoría de ellas sin contacto, 50% en aterrizaje tras saltar y 50% en desaceleraciones y giros). En total: 2 lesiones fueron en la fase folicular, 13 en la fase ovulatoria y 3 fueron en la fase lútea. El estudio comenta que si todas estas lesiones hubieran sido contabilizadas de forma (fase pre-ovulatoria y fase post-ovulatoria) la mayor parte de las lesiones se hubieran producido en la fase pre-ovulatoria. Esto corresponde a un 72% de las lesiones en la fase de ovulación, un 17% en la fase lútea y un 11% en la fase folicular. Esta afirmación se podría correlacionar con una bajada de ciertos niveles de progesterona, la cual contribuye a un mayor porcentaje y probabilidad de sufrir una lesión relacionada con el complejo articular de la rodilla.
2. Estudio 2 (Bingzheng et al., 2023). El estudio recluta 53 atletas de fútbol con un IMC de 18,5 a 23,9. Las cuales se dividen en diferentes grupos en función del momento de su ciclo menstrual (1) Día 2 inicio ciclo menstrual; (2) 2 días antes de la ovulación; (3) El día de la ovulación; (4) Fase media lútea.
  - La concentración de estrógenos más baja la presentó el grupo (1) y el primer y segundo pico mayor fue observado en el grupo (2) y (4).
  - La concentración de progesterona más baja se observa en el grupo (1) y la más alta en el grupo (4).
  - En plano sagital no se presenta una diferencia de flexión extensión y en frontal el valgo menor lo presenta el grupo (4).Bingzheng et al. (2023) argumenta que los parámetros cinemáticos de la rodilla no pueden explicarse simplemente por las concentraciones séricas de estrógeno y progesterona y pueden ser relacionados con otros factores (como el control neuromuscular, etc.)
3. Estudio 3 (Dragoo, Castillo, Braun, et al., 2011). El estudio especifica que, durante los 4 años de observación, el 21,9% de las deportistas sufrieron una rotura completa del LCA. Se encuentra en las deportistas sanas un SRC medio de 1,8 pg/ml y para las deportistas con desgarre en LCA 6,0 pg/ml. Por tanto, se determina que la relaxina puede afectar a la integridad del LCA y que tiene efectos colagenolíticos. Se ha determinado que la SRC alcanza su punto máximo en la fase media lútea, y por tanto se presupone que una alta concentración de niveles séricos de la hormona colagenolítica relaxina podría afectar al riesgo de lesión de LCA.

4. Estudio 4 (Gilmer et al., 2020). “Para la sentadilla con una sola pierna, se encontró que las participantes con un ligamento anterior cruzado desgarrado tenían un valgo dinámico de rodilla significativamente mayor en la fase lútea media, pero no en la fase preovulatoria. Para el salto vertical con caída y el descenso cruzado con una sola pierna, se encontró que las participantes con un desgarro previo del ligamento cruzado anterior tenían un valgo dinámico de rodilla significativamente mayor tanto en la fase preovulatoria como en la fase lútea media.” Además, se comenta que todas las deportistas con una lesión previa de LCA poseían valores elevados de SRC. Estos valores no se saben si se estabilizan o si o se neutralizan al largo del tiempo, lo cual deriva a seguir investigando sobre esta información.
5. Estudio 5 (Hohmann et al., 2015). Argumenta en su estudio que las fluctuaciones hormonales, especialmente de estrógeno son importantes en el perfil de aceleración tibial en atletas femeninas durante el CM. Sobre todo, el TPTA (time pick tibial acceleration) que aumenta en la fase lútea y encuentra su pico máximo en la fase ovulatoria. Por tanto, durante la fase de ovulación las atletas femeninas tienen una mayor aceleración tibial, lo que supone una menor capacidad de control neuromuscular creando una mayor traslación tibial y exponiendo un mayor riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior. En las otras variables no se encuentran diferencias significativas durante las fases del ciclo menstrual. En cuanto a los resultados obtenidos se encuentra un pico máximo de estrógeno durante la fase de ovulación con 510.4 nmol/l y el segundo pico máximo se produce en la fase lútea con 336.26 nmol/l. La hormona LH encuentra su pico máximo en la fase ovulatoria con un valor de 22.09 iu/l y la progesterona encuentra su pico máximo en la fase lútea con 20.66 pmol/l.
6. Estudio 6 E(Khowailed et al., 2015). Analizó las fases de carrera mediante EMG y la laxitud del ligamento cruzado anterior y determinaron que la concentración sérica de 17b-estradiol fue significativamente mayor en la fase ovulatoria en comparación con la folicular. La concentración más baja de estradiol se encontró durante la menstruación y la más alta se encontró durante la fase ovulación. En cuanto a la traslación y la laxitud del ligamento se halló que la mayor (ATT) tuvo lugar en la fase ovulatoria y la menor (ATT) tuvo lugar en la fase folicular. Por lo que el estudio respalda la afirmación de que durante la fase ovulatoria cuando los niveles de estrógenos son altos, se produce una mayor laxitud de la rodilla. Finalmente concluye que los cambios en la laxitud de la rodilla durante el ciclo menstrual junto con los cambios de 17b-estradiol influyen en el control neuromuscular durante la carrera, lo que puede contribuir a un mayor riesgo de lesión de LCA.
7. Estudio 7 (Reyes et al., 2023). Argumentó en su estudio observacional que en relación con el ciclo menstrual el momento donde se producen más lesiones en referencia al

complejo articular del LCA es en la fase lútea y la menstruación, siendo estas predominantes sobre el resto de las fases con un total de 25 y 19 lesiones respectivamente. Los resultados obtenidos en el estudio quedan de la siguiente manera; fase de menstruación - 19 lesiones (20.2%); fase folicular – 5 lesiones (5.3%); fase ovulatoria – 5 lesiones (5.3%); fase lútea 25 lesiones (26.6%) – NS/NC – 40 lesiones sin determinación de fase (42.6%). Debemos dar importancia a los resultados obtenidos en la fase lútea, los cuales predominan por encima de las otras fases, pero aun así, se debe dar importancia al porcentaje NS/NC que podría cambiar por completo el porcentaje de lesión en las diferentes fases.

8. Estudio 8 (Ruedl et al., 2009). Explica en su estudio que las esquiadoras con uso de anticonceptiva oral tenían un 1,9% más de probabilidades de sufrir una lesión de LCA en la fase preovulatoria. En cambio, las esquiadoras sin uso de AO se estiman tres veces mayor la posibilidad de sufrir la lesión en fase preovulatoria. Podría ser debido a las altas concentraciones séricas de estradiol y progesterona. En el cuestionario realizado se corresponde con las siguientes estadísticas: Un 57% de las deportistas se lesionaron de LCA en la fase preovulatoria, por lo contrario, un 43% sufrieron la lesión en la fase postovulatoria de su ciclo menstrual. También recalca que la muestra de n=93, está por debajo del mínimo requerido y que podría no ser del todo fiable, aun así, coincide con el grupo control y es uno de los estudios de casos y control con mayor “n”.
9. Estudio 9 (Lefevre et al., 2013). El artículo aborda la relación entre el ciclo menstrual y las lesiones del ligamento cruzado anterior (ACL) en atletas femeninas. Se ha demostrado que las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual pueden afectar la laxitud y rigidez de la rodilla, lo que conlleva a un mayor riesgo de lesiones del ACL. Se destaca la necesidad de realizar más investigaciones para comprender mejor esta relación y sus implicaciones en la prevención de lesiones. El estudio específico analizado encontró que las esquiadoras recreativas femeninas tienen un mayor riesgo de desgarro del ACL durante la fase preovulatoria de su ciclo menstrual. El desgarro del ACL fue 2.4 veces más probable en la fase preovulatoria en comparación con la fase postovulatoria. Además, el uso de anticonceptivos orales no pareció tener un efecto protector. Estos hallazgos sugieren que el riesgo de desgarro del ACL en esquiadoras femeninas no es constante a lo largo del ciclo menstrual. En resumen, las esquiadoras femeninas tienen un mayor riesgo de lesiones del ACL durante las fases preovulatoria y ovulatoria de su ciclo menstrual. Este riesgo no se reduce con el uso de anticonceptivos orales.
10. Estudio 10 (Nose-Ogura et al., 2017). Examina en su estudio la relación entre los niveles séricos de relaxina y las propiedades de los tendones, así como los efectos en la lesión de LCA. Se encontró que las concentraciones séricas de relaxina-2 aumentaron en atletas femeninas durante la fase lútea del ciclo menstrual, con un 36.8% de las atletas



presentando niveles por encima de 6.0 pg/mL, lo que indica un alto riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior. También se demuestra que las deportistas que toman anticonceptivas orales tienen niveles más bajos de relaxina-2 respecto a aquellas deportistas que no toman, esto podría suponer un efecto protector contra las lesiones del ligamento cruzado anterior.

Los resultados obtenidos en el estudio mencionado muestran; fase menstrual (25.3 ng/ml progesterona, 42.7 pg/ml estradiol i un valor de laxitud del 0.67); fase ovulatoria (78.47 ng/ml progesterona, 149.36 pg/ml estradiol i un valor de laxitud del 0.83); fase lútea (121.44 ng/ml progesterona, 175.34 pg/ml estradiol i un valor de laxitud del 0.7).

11. Estudio 11 (Park et al., 2009). El artículo aborda la relación entre la laxitud de la articulación de la rodilla y el ciclo menstrual en atletas femeninas, además de determinar el riesgo de la rotura de ligamento cruzado anterior. Aunque no se encontraron cambios significativos en la mecánica de la articulación de la rodilla entre las diferentes fases del ciclo menstrual, se observó que una mayor laxitud de la rodilla durante la ovulación se asociaba con cargas articulares más altas durante movimientos de corte y detención. Por tanto, se puede afirmar que los diferentes niveles hormonales podrían estar relacionados con el aumento de laxitud del complejo articular de la rodilla disminuyendo la rigidez durante la fase ovulatoria.
12. Estudio 12 (Shafiei et al., 2016). El estudio examinó la relación entre los niveles hormonales durante el ciclo menstrual y la laxitud de rodilla en atletas femeninas y se encontró que no hay una correlación relevante entre las diferentes etapas del ciclo menstrual y la laxitud de la rodilla, siendo los valores de p/valor de laxitud en el ligamento cruzado anterior de: (1) menstruation phase 0.67; (2) ovulation phase 0.83; (3) luteal phase 0.7. Puesto que los datos no son significativos, se sugirió investigar otros factores que puedan afectar a la laxitud de la rodilla y al control neuromuscular en atletas femeninas.
13. Estudio 13 (Stijak et al., 2015). En su estudio comenta que las mujeres que habían sufrido una lesión previa de LCA tenían concentraciones significativamente más bajas de testosterona en la muestra de saliva que las que no habían sufrido la lesión, además, se encuentra que las deportistas que sufrieron esta lesión previa también presentaban concentraciones mayores de 17b-estradiol ( $2.3 \pm 0.1$  pg/ml vs.  $3.0 \pm 0.5$  pg/ml,  $p < 0.05$ ) y progesterona ( $28.0 \pm 10.7$  pg/ml vs.  $74.5 \pm 33.5$  pg/ml,  $p < 0.01$ ). Por tanto, el estudio resume que se encuentra diferencias significativas a nivel hormonal entre las deportistas que presentan una lesión de LCA y las deportistas que no presentan dicha lesión. El autor Stijak et al. (2015) también comenta que las diferencias en las concentraciones hormonales podrían influir en la predisposición a sufrir una ruptura del LCA en mujeres jóvenes, pero, anima a seguir investigando y crear muestras más elevadas. Por tanto, se

observó que las mujeres con rotura del LCA tenían concentraciones más bajas de progesterona en ambas fases del ciclo, mientras que las concentraciones de estradiol eran similares en la fase folicular, pero aumentaban menos durante la fase lútea en comparación con el grupo de control. Por lo que los hallazgos presentados sugieren que las fluctuaciones hormonales pueden desempeñar un papel clave en la lesión de ligamento cruzado anterior, más allá de la fase en cuestión del ciclo menstrual, y comenta el papel clave del estradiol y la progesterona como riesgo potencial del LCA.

14. Estudio 14 (Vescovi, 2011). En su estudio comenta que, aunque parece ser que la fase ovulatoria puede tener relevancia en el LCA argumenta la dificultad de obtener un resultado válido para determinar la fase en la que predomina o puede tener mayor influencia la ruptura del ligamento cruzado anterior con una sola muestra biológica. Además, se destaca que el ciclo menstrual y las fluctuaciones hormonales se consideran factores de riesgo para las lesiones de ACL no relacionadas con el contacto en atletas femeninas. Sin embargo, existe una variabilidad significativa en la longitud del ciclo menstrual y la duración de las fases, lo que dificulta identificar con precisión la fase del ciclo en el momento de la lesión, esto es debido a los diferentes tipos de ciclos menstruales que pueden presentar las mujeres y que por tanto dificultan la detección del momento exacto. Se enfatiza la necesidad de mejorar la metodología utilizada para identificar las fases del ciclo menstrual en atletas femeninas con el fin de comprender mejor el riesgo de lesiones de ACL en relación con el ciclo menstrual.
15. Estudio 15 (Weidauer et al., 2020). Revisa la relación que posee el ciclo menstrual y el rendimiento neuromuscular en mujeres físicamente activas. Se analiza que papel puede tener el nivel hormonal femenino en la lesión de ligamento cruzado anterior. Los resultados indican que el rendimiento muscular tiende a disminuir durante la fase folicular temprana, potencialmente aumentando el riesgo de lesiones en este período. En general, el estudio destaca la variabilidad del rendimiento neuromuscular durante el ciclo menstrual en mujeres físicamente activas. En el estudio se muestran diferentes pruebas realizadas y diferentes resultados, en cuanto a la fuerza de prensión se encuentra que: En general, el estudio destaca la variabilidad del rendimiento neuromuscular durante el ciclo menstrual en mujeres físicamente activas. En las pruebas isocinéticas, fatiga y laxitud se encuentra que el torque de extensión fue menor durante la fase folicular temprana a 60° (4%), a 180° (8-11% menor) y a 300° (7-8% menor). Además, se observa que en las fases tempranas la flexión también es significativamente menor en las primeras etapas. En conclusión, la fuerza de prensión y el torque máximo fueron menores durante la fase folicular temprana que en las fases ovulatoria y lútea media.

## 6. Discusión

Esta revisión se centra en correlacionar la lesión del ligamento cruzado anterior con la influencia de las diferentes fases ciclo menstrual en mujeres deportistas y que son activas físicamente. Además, como objetivo secundario se propone examinar la relación que poseen las hormonas sexuales femeninas y si influye en la laxitud de la rodilla.

Durante toda la revisión, se ha podido observar que las mujeres poseen claramente mayor porcentaje en el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior y esto es debido a diferentes factores anatómicos (Shultz et al., 2008) ,(Smith et al., 2012) y (Alentorn-Geli et al., 2009); extrínsecos (Barrero, 2009); intrínsecos musculares o hormonales (Alentorn-Geli et al., 2009), (Smith et al., 2012). Por tanto, claramente se relaciona esta lesión por causas multifactoriales, siendo estas, la mayoría producidas sin contacto, así lo especifican Dragoo, Castillo, Korotkova, et al. (2011).

Por ello, la revisión viene formada por diferentes artículos relacionados directamente con el estudio de la lesión de ligamento cruzado anterior y la influencia del ciclo menstrual, creando así una relación entre los factores intrínsecos hormonales y la lesión de LCA. Los estudios revisados proporcionan una amplia gama de datos que revelan correlaciones entre diferentes fases del ciclo menstrual y el riesgo de lesiones del LCA, así como cambios hormonales que podrían afectar la biomecánica y la laxitud articular de la rodilla.

En los resultados obtenidos por Adachi et al. (2008), se sugiere una posible asociación entre la lesión del ligamento cruzado anterior y la fase ovulatoria del ciclo menstrual, creando una asociación y dando relevancia a la disminución de los niveles de progesterona. Estos resultados se respaldan en la publicación de Lefevre et al. (2013) el cual afirma que las mujeres tienen 2.4 veces más posibilidades de lesionarse en la fase pre-folicular y ovulatoria. El ciclo menstrual podría estar relacionado con el aumento de lesiones en el complejo articular de la rodilla, pero Reyes et al. (2023), registraron un aumento significativo en el número de lesiones durante la fase lútea y menstrual, otros como Ruedl et al. (2009) encuentran un aumento del riesgo durante la fase preovulatoria, por lo que podría existir una correlación entre el ciclo menstrual y las lesiones del LCA en mujeres deportistas, pero estos discrepan en las fases que se producen este tipo de lesiones, necesitando mayor evidencia científica para dar un resultado estadísticamente significativo. Eso sí, los diferentes autores coinciden en el hecho de que las diferentes discrepancias podrían venir dadas por las diferencias metodológicas creadas entre los diferentes estudios, la variabilidad del ciclo menstrual en la mujer, las respuestas hormonales.

Siguiendo el mismo patrón reiterativo de hormonas sexuales, varios autores estudian y creen que la fluctuación hormonal, puede tener una relación en el patrón lesivo en mujeres deportistas, Dragoo, Castillo, Braun, et al. (2011) y Nose-Ogura et al. (2017) sugieren el impacto de la relaxina

en la integridad del LCA. Durante las diferentes fases del ciclo menstrual, estos autores afirman el aumento de esta hormona, y puede predisponer a un mayor riesgo lesivo en el complejo articular de la rodilla, creando inestabilidad y vulnerando dicho ligamento, la mayoría de ellos durante la fase lútea, pero sin obtener un resultado claro. Por otro lado, otros estudios como el de Hohmann et al. (2015) y Khowailed et al. (2015), hablan sobre la fluctuación hormonal, especialmente del estrógeno, el cual podría tener influencia en diferentes fases del ciclo menstrual. Khowailed et al. (2015) informó de la relación de la hormona 17 $\beta$ -estradiol, creando una relación entre la concentración de esta en la fase ovulatoria y siendo un posible factor condicionante del control neuromuscular de la rodilla, creando una mayor predisposición lesional en el ligamento cruzado anterior durante la carrera. Por tanto, finalmente para relacionar los cambios hormonales y la relación de lesión en el ligamento cruzado anterior, tenemos la publicación de Vescovi, (2011) que respalda la importancia de la fluctuación hormonal creando un patrón de riesgo y exponiendo el LCA a posibles lesiones en dichos cambios. Vescovi, (2011) también respalda el hecho de que podría tener una ligera tendencia a pasar en la fase ovulatoria, pero no se acaba de correlacionar, por lo que se sigue necesitando mayor evidencia científica en estos resultados.

Otros autores respaldan el hecho de que ciertos cambios hormonales, pueden afectar en los patrones neuromusculares y biomecánicos, aunque sin determinar las fases específicas en las que se podría tener un mayor riesgo lesivo. Park et al. (2009) y Stijak et al. (2015), sugieren que los cambios hormonales pueden influir en la laxitud articular y la estabilidad durante la fase ovulatoria, mientras que otros, como Shafiei et al. (2016), no encuentran una correlación relevante entre los niveles hormonales y la laxitud de la rodilla. Otros autores como Weidauer et al. (2020) comenta la relación del rendimiento muscular, el cual tiende a disminuir durante la fase folicular temprana, potencialmente aumentando el riesgo de lesiones en este período.

Se debe argumentar que muchos de estos artículos, se plantean la pregunta de si el uso de anticonceptivas orales pueden tener un efecto protector en relación con el control de la fluctuación hormonal. Vemos algunos autores como Ruedl et al. (2009) y Lefevre et al. (2013) que sugieren que podría llegar a influir en el riesgo de lesión, pero son contradictorios y requieren de una investigación más profunda la cual está directamente relacionada con el tema abordado en esta revisión.

En resumen, el hecho de que la fluctuación hormonal está directamente relacionada con una mayor predisposición de lesión del ligamento cruzado anterior es un hecho reiterado en los diferentes artículos revisados, pero lo que también se puede afirmar es la múltiple combinación de factores que pueden influir en esta lesión, siendo el intrínseco hormonal uno de los que podrían predominar, en ciertos patrones biomecánicos, articulares y neuromusculares, al cual se le debe dar una importancia significativa dentro de esta revisión. Sin embargo, existen discrepancias en cuanto a la fase específica del ciclo menstrual con mayor riesgo, aunque existe una cierta

tendencia en la creencia que la fase ovulatoria podría predominar por encima de las otras, no se acaba de certificar, necesitando mayor evidencia científica en un futuro y desarrollando estrategias para la detección y la certeza de dicho tema.

Finalmente, para cerrar el apartado de discusión, se debe dar respuesta nuestra pregunta de interés formulada en los epígrafes anteriores de esta revisión, y se debe hacer en dos tipos de enfoque: el primer enfoque es la discrepancia entre diferentes autores los cuales no pueden certificar claramente en qué fase podríamos tener un mayor riesgo lesivo del complejo articular de la rodilla. Cómo ya han comentado los diferentes autores, puede venir dado por la variación del ciclo hormonal, de la metodología de las pruebas realizadas y por la incerteza que se presenta actualmente en la literatura científica. El segundo enfoque, puede quedar muy claro en el hecho de que autores cómo: Drago, Castillo, Braun, et al. (2011); Nose-Ogura et al. (2017); Park et al. (2009); Shafiei et al. (2016); Gilmer et al. (2020) y muchos otros, correlacionan una fluctuación hormonal, especialmente el estrógeno, la progesterona y la relaxina los cuales pueden influir en la integridad y la biomecánica articular, u otras hormonas como el 17b-estradiol el cual puede tener relación directa con la ruptura de LCA, tal y como demuestra Stijak et al. (2015) en su publicación.

Aun así, se requisará mayor evidencia literaria en un futuro para poder correlacionar directamente los dos enfoques y crear una base sólida respecto a la fase en la que podría influir el ciclo menstrual respecto al índice lesional de LCA.

## 7. Conclusiones

Para esta revisión sistemática se han incluido un total de quince artículos, los cuales han sido analizados minuciosamente para ofrecer una visión general a la relación que presenta el ciclo menstrual femenino y las fluctuaciones hormonales respecto a la lesión del ligamento cruzado anterior, durante los últimos quince años atrás. Gracias a estos artículos se ha podido establecer diferentes patrones en los cuales los autores coinciden y otros en los cuales difieren.

Los diferentes resultados obtenidos, sugieren una pequeña asociación en la fase ovulatoria del ciclo menstrual, aunque varios autores difieren en esta afirmación y sugieren asociaciones en otras fases como la preovulatoria o la fase lútea. Esta discrepancia destaca el hecho de seguir investigando y buscando una comprensión más completa en este ámbito.

Otro de los resultados que se obtienen en esta revisión, es la asociación que presentan la gran mayoría de los artículos estudiados siendo hasta trece de quince, los que afirman la importancia significativa que presenta la fluctuación y las concentración de hormonas reproductivas femeninas respecto a la incidencia lesional del ligamento cruzado anterior, la laxitud de la rodilla o el control en los patrones neuromusculares, siendo las hormonas más influyentes el estrógeno, la progesterona, la relaxina y el 17 $\beta$ -estradiol. Por lo que los estudios estudiados anteriormente, presentan relación en la estabilidad y la mecánica de la articulación de la rodilla, aumentando potencialmente el riesgo de lesión en esta.

Además, es necesario tener en cuenta que algunos de los artículos revisados y estudiados incluyen el uso de anticonceptivos, los cuales podrían modificar el riesgo de lesión debido a la modulación de la fluctuación hormonal, reduciendo así el índice de lesión de LCA. Aunque los resultados son inconsistentes y requieren una investigación adicional.

En resumen, esta revisión enfatiza la necesidad de tener en cuenta dos aspectos fundamentales. En primer lugar, se destaca la importancia de reconocer el ciclo menstrual como un patrón de riesgo significativo en las lesiones del ligamento cruzado anterior. En segundo lugar, se subraya la relevancia de las fluctuaciones hormonales como un factor diferenciador en los mecanismos lesivos como la laxitud de la rodilla, la estabilidad del complejo articular, el control neuromuscular y otros patrones claves directamente relacionados en la incidencia de esta lesión.

Finalmente, se destaca la necesidad de continuar investigando en la literatura científica futura y de desarrollar una base de conocimiento más sólida sobre la relación entre el ciclo menstrual y las fluctuaciones hormonales en las lesiones del LCA. Esto permitirá alcanzar un consenso más robusto entre los diferentes autores y producir resultados convincentes y bien fundamentados.

## 8. Implicación en la práctica profesional y líneas de futuro.

Teniendo en cuenta que la revisión sistemática se ha sido realizado con artículos de una antigüedad de quince años, incluyendo varios publicados en los últimos cinco años, exactamente cuatro de ellos, se sugiere la posibilidad de incluir literatura más reciente y seguir investigando en futuras líneas de trabajo, llegando a un consenso global y unificado en el ámbito científico, obteniendo resultados más unificados y consolidados sobre la influencia de la fase del ciclo menstrual en la incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior y su relación con las fluctuaciones hormonales.

Considerando un papel clave de la fluctuación hormonal en la incidencia de estos tipos de lesiones, es relevante investigar y desarrollar una base de conocimientos más amplia centrada en la prevención de dichas lesiones. Esto implica la recerca bibliográfica y el estudio de la relación de la carga junto a los momentos específicos que se deben aplicar dichos inputs, en función de la fase en la que se encuentre la deportista, buscando e identificando métodos efectivos, capaces de generar adaptaciones óptimas dependiendo del momento hormonal de nuestra deportista.

Además, es necesario seguir investigando la recuperación de esas jugadoras que ya han sufrido una lesión de ligamento cruzado anterior. Dado la evidencia mostrada, es sabido las variaciones significativas hormonales que presentan dichas deportistas durante el proceso de recuperación. Por ello, es crucial explorar cómo la variabilidad hormonal puede afectar en una recuperación más efectiva, reduciendo así posibles recidivas en un futuro.

En resumen, se subraya la importancia de seguir avanzando en la investigación para comprender mejor la relación entre el ciclo menstrual, las fluctuaciones hormonales y las lesiones del ligamento cruzado anterior. Esto no solo permitirá desarrollar estrategias más efectivas de prevención y tratamiento, sino que también contribuirá a mejorar la recuperación de las deportistas y reducir las tasas de recidiva de lesiones en el largo plazo.

## 9. Bibliografía

- Adachi, N., Nawata, K., Maeta, M., & Kurozawa, Y. (2008). Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, *128*, 473–478.
- Aguilar Macías, A. S., Miranda, M. de los Á., & Quintana Díaz, A. (2017). La mujer, el ciclo menstrual y la actividad física. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, *21*(2), 294–307.
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *17*, 705–729.
- Antonia Gómez-Conesa, & Unidad de Metaanálisis de la Universidad de Murcia. (1999, June 21). *Escala PEDro by Physiotherapy Evidence Database*.
- Ayala-Mejías, J. D., García-Estrada, G. A., & Pérez-España, A. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mexicana*, *28*(1), 57–67.
- Baerwald, A., & Pierson, R. (2020). Ovarian follicular waves during the menstrual cycle: physiologic insights into novel approaches for ovarian stimulation. *Fertility and Sterility*, *114*(3), 443–457.
- Barranquero, M., Rogel, S., & Salvador, Z. (2023, October 19). El ciclo menstrual: ¿qué ocurre en cada una de sus fases? *19/10/2023*.
- Barrero, C. C. (2009). Lesiones en fútbol: rotura de ligamento cruzado anterior. Protocolo de readaptación. *Revista Digital Buenos Aire*, *14*, 136.
- Bingzheng, Z., Xinzhuo, Z., Zhuo, J., Xing, Y., Bin, L., & Lunhao, B. (2023). The effects of sex hormones during the menstrual cycle on knee kinematics. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *11*, 1209652.
- Bull, J. R., Rowland, S. P., Scherwitzl, E. B., Scherwitzl, R., Danielsson, K. G., & Harper, J. (2019). Real-world menstrual cycle characteristics of more than 600,000 menstrual cycles. *NPJ Digital Medicine*, *2*(1), 83.
- Carmichael, M. A., Thomson, R. L., Moran, L. J., & Wycherley, T. P. (2021). The impact of menstrual cycle phase on athletes' performance: a narrative review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 4, pp. 1–24). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041667>
- Congreso Superior de Deportes. (2022). *Licencias y Clubes federados*. 2022.



- Dragoo, J. L., Castillo, T. N., Braun, H. J., Ridley, B. A., Kennedy, A. C., & Golish, S. R. (2011). Prospective correlation between serum relaxin concentration and anterior cruciate ligament tears among elite collegiate female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(10), 2175–2180.
- Dragoo, J. L., Castillo, T. N., Korotkova, T. A., Kennedy, A. C., Kim, H. J., & Stewart, D. R. (2011). Trends in serum relaxin concentration among elite collegiate female athletes. *International Journal of Women's Health*, 19–24.
- Gilmer, G. G., Washington, J. K., Roberts, M. D., & Oliver, G. D. (2020). Preliminary Evaluation of Dynamic Knee Valgus and Serum Relaxin Concentrations After ACL Reconstruction. *JBJS Open Access*, 5(1), e0060.
- González-Merlo, J., Laila Vicens, J. M., Fabre González, E., & González Bosquet, E. (2006). *Fisiología del Aparato genital Femenino*. (5th ed.).
- Hohmann, E., Bryant, A. L., Livingstone, E., Reaburn, P., Tetsworth, K., & Imhoff, A. (2015). Tibial acceleration profiles during the menstrual cycle in female athletes. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 135, 1419–1427.
- Ireland, M. L. (2002). The female ACL: why is it more prone to injury? *Orthopedic Clinics*, 33(4), 637–651.
- Jessica E. McLaughlin. (2022, September). *Ciclo menstrual por endocrinología reproductiva femenina*. Revisado/Modificado Abr. 2022.
- KAPANDJI, A. I. (1997). *Fisiología Articular: Miembro inferior* (Panamericana, Vol. 2).
- Khowailed, I. A., Petrofsky, J., Lohman, E., Daher, N., & Mohamed, O. (2015). 17 $\beta$ -estradiol induced effects on anterior cruciate ligament laxness and neuromuscular activation patterns in female runners. *Journal of Women's Health*, 24(8), 670–680.
- Lefevre, N., Bohu, Y., Klouche, S., Lecocq, J., & Herman, S. (2013). Anterior cruciate ligament tear during the menstrual cycle in female recreational skiers. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 99(5), 571–575.
- Martínez-Fortuny, N., Alonso-Calvete, A., Da Cuña-Carrera, I., & Abalo-Núñez, R. (2023). Menstrual Cycle and Sport Injuries: A Systematic Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 20, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043264>
- McCall, A., Carling, C., Nedelec, M., Davison, M., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2014). Risk factors, testing and preventative strategies for non-contact injuries in professional

- football: current perceptions and practices of 44 teams from various premier leagues. *British Journal of Sports Medicine*.
- Nose-Ogura, S., Yoshino, O., Yamada-Nomoto, K., Nakamura, M., Harada, M., Dohi, M., Okuwaki, T., Osuga, Y., Kawahara, T., & Saito, S. (2017). Oral contraceptive therapy reduces serum relaxin-2 in elite female athletes. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 43(3), 530–535.
- Park, S.-K., Stefanyshyn, D. J., Ramage, B., Hart, D. A., & Ronsky, J. L. (2009). Alterations in knee joint laxity during the menstrual cycle in healthy women leads to increases in joint loads during selected athletic movements. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(6), 1169–1177.
- Quintero, L., Barrera, L. Q., B, Q. B. Q., & Ahumada, A. (2003). *Trauma: abordaje inicial en los servicios de urgencias*. Fundación Salamandra. [https://books.google.es/books?id=Uro\\_AAAACAAJ](https://books.google.es/books?id=Uro_AAAACAAJ)
- Reyes, S. S., Gómez, J. S., Ponce, I. G., & Moraleda, B. R. (2023). Estudio descriptivo de las lesiones de ligamento cruzado en el fútbol femenino. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 50, 172–179.
- Rochcongar, P. (2014). Lesiones crónicas del aparato locomotor en el deportista. *EMC-Aparato Locomotor*, 47(2), 1–10.
- Ruedl, G., Ploner, P., Linortner, I., Schranz, A., Fink, C., Sommersacher, R., Pocecco, E., Nachbauer, W., & Burtscher, M. (2009). Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17, 1065–1069.
- Shafiei, S. E., Peyvandi, S., Kariminasab, M. H., Azar, M. S., Daneshpoor, S. M. M., Khalilian, A., & Aghajantabar, Z. (2016). Knee laxity variations in the menstrual cycle in female athletes referred to the orthopedic clinic. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(4).
- Shultz, S. J., Nguyen, A.-D., & Schmitz, R. J. (2008). Differences in lower extremity anatomical and postural characteristics in males and females between maturation groups. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38(3), 137–149.
- Smith, H. C., Vacek, P., Johnson, R. J., Slauterbeck, J. R., Hashemi, J., Shultz, S., & Beynnon, B. D. (2012). Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature—part 1: neuromuscular and anatomic risk. *Sports Health*, 4(1), 69–78.
- Stijak, L., Kadija, M., Djulejić, V., Aksić, M., Petronijević, N., Marković, B., Radonjić, V., Bumbaširević, M., & Filipović, B. (2015). The influence of sex hormones on anterior

cruciate ligament rupture: female study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23, 2742–2749.

- Stojanović, E., Faude, O., Nikić, M., Scanlan, A. T., Radovanović, D., & Jakovljević, V. (2023). The incidence rate of <sc>ACL</sc> injuries and ankle sprains in basketball players: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(6), 790–813. <https://doi.org/10.1111/sms.14328>
- Van Melick, N., Van Cingel, R. E. H., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hullegie, W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2016). Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine*.
- Vescovi, J. D. (2011). The menstrual cycle and anterior cruciate ligament injury risk: implications of menstrual cycle variability. *Sports Medicine*, 41, 91–101.
- Weidauer, L., Zwart, M. B., Clapper, J., Albert, J., Vukovich, M., & Specker, B. (2020). Neuromuscular performance changes throughout the menstrual cycle in physically active females. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 20(3), 314.
- Wojtys, E. M., Md, †, Huston, L. J., Boynton, M. D., Spindler, K. P., & Lindenfeld, T. N. (2002). The Effect of the Menstrual Cycle on Anterior Cruciate Ligament Injuries in Women as Determined by Hormone Levels. In *THE AMERICAN JOURNAL OF SPORTS MEDICINE* (Vol. 30, Issue 2).
- Zanin, L., Paez, A., Correa, C., & De Bortoli, M. (2011). Ciclo menstrual: sintomatología y regularidad del estilo de vida diario. *Fundamentos En Humanidades*, 12(24), 103–123.

## 10. Anexos

A continuación, se adjunta la valoración metodológica PEDro, con la cual se ha evaluado la validez de los diferentes artículos científicos incluidos en esta revisión sistemática. (Antonia Gómez-Conesa & Unidad de Metaanálisis de la Universidad de Murcia, 1999)

### Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Ilustración 5- Escala PEDro criterios

### Notas sobre la administración de la escala PEDro:

- Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.
- Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
- Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
- Criterio 3 *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4 Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11 *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
- Criterio 5-7 *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8 Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9 El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10 Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
- Criterio 11 Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

Ilustración 6 - PEDro criterios explicados

A continuación, se adjunta el cronograma de la entrega inicial, el cual muestra la evolución de esta revisión, con el fin de entender cuáles son las etapas de este proyecto. La definición de este cronograma viene marcada de diciembre con la búsqueda de información (inicio del trabajo final de grado) a junio (finalización, presentación y posible publicación).

Cronograma TFG - Año 2024																										
Etapas del proyecto	Dic		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Parte Inicial Revisión Sistemática</b>																										
Buscar información sobre el tema propuesto																										
Investigar sobre bases de datos rigurosos																										
Seleccionar bibliografía para marco teórico																										
Lectura sobre LCA, ciclo menstrual y hormonas																										
Redacción del marco teórico introductorio																										
Redacción de la justificación del trabajo																										
Redacción de los objetivos principales/secundarios																										
Investigación sobre la metodología utilizada																										
Corroborar mejores bases científicas de información																										
Información sobre operadores booleanos																										
Investigación sobre RoB 2 y redacción metodología																										
Diseño cronograma inicial																										
<b>Parte Final Revisión Sistemática</b>																										
Descripción pregunta de interés, población específica y exposición de interés																										
Valoración metodológica de la revisión sistemática																										
Diagrama de flujo artículos seleccionados																										
Valoración metodológica de la revisión sistemática																										
Descripción de artículos seleccionados y resumen de los datos extraídos																										
Discusión de la revisión sistemática																										
Redacción de las conclusiones																										
Implicación práctica y líneas del futuro a explorar																										
Revisión y redacción anexos del trabajo final de grado																										
Creación de la presentación del trabajo final de grado																										
<b>Entrega final del TFG</b>																										
Redacción de la memoria del trabajo final de grado																										
Entrega de la memoria inicial																										
Entrega de la memoria final																										
Presentación del trabajo final de grado																										

Ilustración 7 - Cronograma entrega inicial