



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**INFLUENCIA DEL CICLO MENSTRUAL  
EN LAS LESIONES DEL LIGAMENTO  
CRUZADO ANTERIOR EN EL  
DEPORTE ADOLESCENTE**

REVISIÓN SISTEMÁTICA

Estudiante: Noelia Ruiz Níguez.  
Especialidad: Servicios Sociosanitarios.  
Tutora: Estefanía Estévez López

Universidad Miguel Hernández  
Curso académico: 2023-24  
Elche (Alicante)

## ÍNDICE DE LOS CONTENIDOS

1. RESUMEN.....	1
1.1 ABSTRACT.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	10
4. METODOLOGÍA.....	11
4.1 Diseño.....	11
4.2 Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	11
4.3 Criterios de selección.....	13
4.4 Selección de los artículos.....	14
4.5 Evaluación de la calidad y el nivel de evidencia de los estudios incluidos en la revisión sistemática.....	16
5. RESULTADOS .....	18
5.1 Extracción de los datos .....	18
5.2 Análisis de la información extraída de los artículos académicos seleccionados.....	40
6. DISCUSIÓN.....	46
7. CONCLUSIONES.....	50
8. BIBLIOGRAFÍA.....	51
9. ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de la rodilla.....	4
Figura 2. Lesión del ligamento cruzado anterior (LCA).....	5
Figura 3. Lesión parcial y completa del LCA.....	5
Figura 4. Tasas de personas que practicaron deporte según año, modalidad y sexo.....	7
Figura 5. Gráfico de personas que practicaron deporte según edad.....	8
Figura 6. Porcentaje de estudiantes según percepción de rendimiento académico.....	9

Figura 7. Diagrama de flujo de la selección de estudios incluidos en la revisión.....	17
---	----

## **ÍNDICE DE TABLAS.**

Tabla 1. Términos clave para la estrategia de búsqueda.....	12
Tabla 2. Títulos de los artículos incluidos en la revisión sistemática.....	15
Tabla 3. Datos extraídos del primer artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	19
Tabla 4. Datos extraídos del segundo artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	21
Tabla 5. Datos extraídos del tercer artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	24
Tabla 6. Datos extraídos del cuarto artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	27
Tabla 7. Datos extraídos del quinto artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	29
Tabla 8. Datos extraídos del sexto artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	32
Tabla 9. Datos extraídos del séptimo artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	35
Tabla 10. Datos extraídos del octavo artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.....	38
Tabla 11. Resumen de la Escala Oxford en estudios sobre tratamiento, prevención, etiología y complicaciones.....	62
Tabla 12. Nivel de evidencia y grado de recomendación de los estudios en base a la Escala Oxford.....	63

## **ÍNDICE DE ANEXOS.**

Anexo 1. Tabla 11. Resumen de la Escala Oxford.....	62
---	----

Anexo 2. Tabla 12. Nivel de evidencia y grado de recomendación en base a la Escala Oxford .....63



## 1. RESUMEN

**Introducción:** Durante la adolescencia, una etapa crucial de cambios biológicos, las variaciones hormonales en la fase reproductiva femenina pueden impactar los tejidos musculoesqueléticos, incluyendo el ligamento cruzado anterior (LCA), vital para la estabilidad de la rodilla y susceptible a lesiones.

**Objetivo:** Este estudio tiene como objetivo principal determinar la influencia del ciclo menstrual en deportistas adolescentes femeninas mediante una revisión sistemática de la literatura.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en las bases de datos PubMed, Web of Science y Scopus entre febrero y abril de 2024. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión específicos para seleccionar los estudios relevantes.

**Resultados:** Se seleccionaron 8 artículos que analizaban diversos factores intrínsecos y extrínsecos que influían en la lesión del LCA en mujeres deportistas adolescentes. Los estudios revisados sugieren una compleja interacción entre las fluctuaciones hormonales y el riesgo de lesión del LCA, con variaciones en la laxitud articular y la fuerza muscular a lo largo del ciclo menstrual.

**Conclusión:** La revisión sistemática destaca la influencia de las fluctuaciones hormonales en la laxitud articular y la fuerza muscular, afectando el riesgo de lesiones del LCA. La fase ovulatoria muestra una mayor estabilidad articular y fuerza muscular, potencialmente reduciendo el riesgo de lesiones. Sin embargo, la mayoría de las lesiones del LCA ocurren durante las fases lútea y menstrual. Se subraya la necesidad de más investigación para confirmar estos hallazgos y desarrollar estrategias preventivas efectivas para las deportistas adolescentes femeninas.

**Palabras clave:** Adolescencia, Variaciones hormonales, Ciclo menstrual, Ligamento cruzado anterior (LCA) y Lesiones.

## 1.1 ABSTRACT

**Introduction:** During adolescence, a crucial stage of biological changes, hormonal variations in the female reproductive phase can impact musculoskeletal tissues, including the anterior cruciate ligament (ACL), which is vital for knee stability and susceptible to injuries.

**Objective:** This study primarily aims to determine the influence of the menstrual cycle on adolescent female athletes through a systematic literature review.

**Methodology:** An exhaustive bibliographic search was conducted in the PubMed, Web of Science, and Scopus databases between February and April 2024. Specific inclusion and exclusion criteria were applied to select relevant studies.

**Results:** Eight articles were selected that analyzed various intrinsic and extrinsic factors influencing ACL injuries in adolescent female athletes. The reviewed studies suggest a complex interaction between hormonal fluctuations and the risk of ACL injury, with variations in joint laxity and muscle strength throughout the menstrual cycle.

**Conclusion:** The systematic review highlights the influence of hormonal fluctuations on joint laxity and muscle strength, affecting the risk of ACL injuries. The ovulatory phase shows greater joint stability and muscle strength, potentially reducing the risk of injuries. However, most ACL injuries occur during the luteal and menstrual phases. The need for further research is emphasized to confirm these findings and develop effective preventive strategies for adolescent female athletes.

**Keywords:** Adolescence, hormonal variations, Menstrual cycle, Anterior cruciate ligament (ACL) and Injuries.

## 2. INTRODUCCIÓN

Mientras que la pubertad se caracteriza por cambios biológicos, **la adolescencia** comprende el período desde el inicio de la pubertad hasta la conclusión del crecimiento y desarrollo físico y psicosocial. Esta fase presenta atributos y requisitos distintivos, siendo equiparable en importancia a las etapas infantil y adulta. Aunque se percibe como la fase más saludable desde la perspectiva física, los adolescentes se ven expuestos a diversos riesgos y desafíos para su salud (Güemes-Hidalgo et al., 2017).

En referencia a los **cambios físicos y biológicos** que se producen en la adolescencia femenina, se encuentra la fase reproductiva de la mujer que inicia con **la menarquia**, concepto definido por la Real Academia de la Lengua Española como "*la aparición de la primera menstruación*" (RAE, 2021). Esta ocurre típicamente en el estadio IV del desarrollo puberal de Tanner (Guillén, 2015), que representa la última etapa infantil, marcada por la presencia de vello púbico características adultas (Marshall & Tanner, 1969). Cabe destacar que, en España, la edad promedio para la primera menstruación se sitúa alrededor de los 12.5 años (Güemes-Hidalgo et al., 2017). A lo largo de las diferentes etapas de este ciclo, se observan variaciones en la concentración hormonal, las cuales pueden influir en los tejidos musculoesqueléticos, tales como tendones, músculos y ligamentos (Chidi-Ogbolu & Baar, 2019; Herzberg et al., 2017).

**El ligamento cruzado anterior** se conoce como un ligamento intracapsular y extrasinovial que se origina en la parte medial del cóndilo femoral externo y se inserta en la superficie preespinal de la tibia. Es el ligamento principal que estabiliza la rodilla limitando el desplazamiento hacia adelante de la tibia en relación con el fémur. En otras palabras, previene una laxitud excesiva en la dirección anterior de la rodilla y restringe los movimientos extremos en varo y en valgo (Neumann & Romero, 2007).

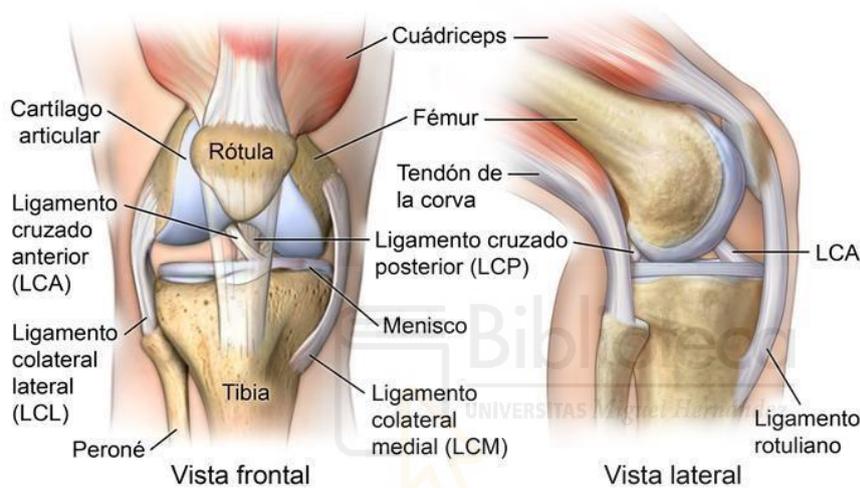
Desde un punto de vista funcional, presenta dos fascículos distintos: el anteromedial y el posterolateral. Las fibras del LCA tienen una estructura helicoidal, torsionándose sobre sí mismas y reclutándose unas u otras según

el recorrido articular, por lo que la longitud y la orientación de las fibras va cambiando a medida que rota la articulación (Forriol et al., 2008).

La capacidad de cicatrización de este ligamento es muy pobre. Esto hace que cuando se rompe, se suele recurrir a técnicas quirúrgicas entre las que destacan los autoinjertos, como la técnica “HTH” (hueso-tendón-hueso) o la técnica “T4”, usando un autoinjerto de los tendones de los músculos semitendinoso y recto interno (GómezMateos, 2021).

**Figura 1.**

Anatomía de la rodilla.

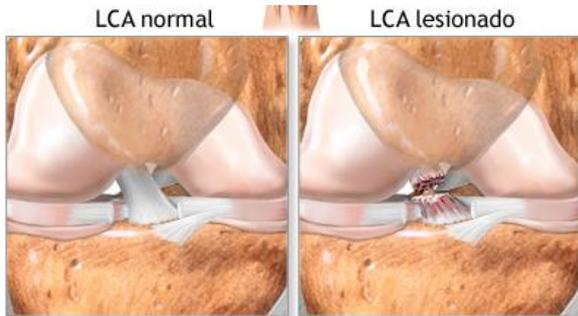


*Fuente: Enciclopedia médica A.D.A.M. (ADAM, s.f.)*

**La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA)** se define según Yaguas et al. como la ruptura parcial o completa del LCA, lo que compromete su capacidad para cumplir adecuadamente su función (Parra Cruz, 2014). Estas lesiones pueden ocurrir tanto por contacto como sin él. Según las investigaciones lideradas principalmente por Renstrom y Yasuharu Nagano (Nagano et al., 2018; Renstrom et al., 2008), las lesiones sin contacto son objeto de un mayor estudio, dado que representan aproximadamente el 80% de todas las lesiones del LCA. Estas son indirectas en mayor parte e involucran una biomecánica no controlada (Padua et al., 2018). El mecanismo de lesión del ligamento cruzado anterior sin contacto puede ocurrir durante la caída de un salto, por hiperextensión, debido a una flexión forzada de la rodilla o por giros repentinos (Parra Cruz, 2014).

**Figura 2.**

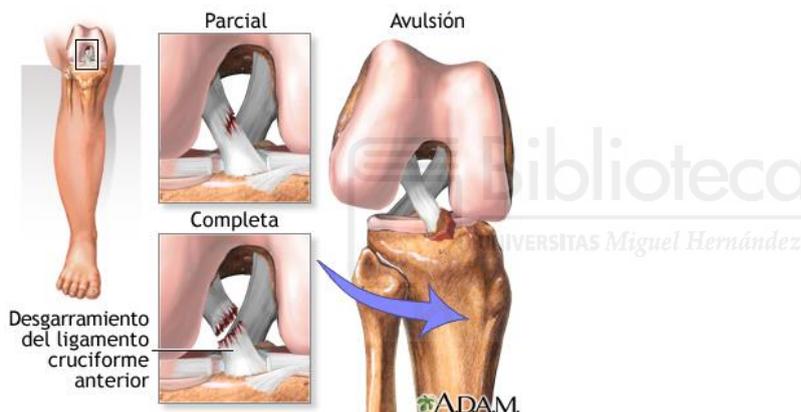
Lesión del Ligamento Cruzado Anterior (LCA).



*Fuente: Enciclopedia A.D.A.M (ADAM, s.f.)*

**Figura 3.**

Lesión parcial y completa del LCA.



*Fuente: Enciclopedia A.D.A.M (ADAM, s.f.)*

En cuanto a la **prevalencia e incidencia**, en las últimas tres décadas se ha observado un incremento significativo de la participación femenina en diversas disciplinas deportivas, tanto a nivel aficionado como profesional, evidenciándose este fenómeno desde las etapas escolares, y en la adolescencia. La participación en el deporte masculino en la educación secundaria ha aumentado en menos del 3% (de 3.7 a 3.8 millones) desde 1972, mientras que la participación de las mujeres aumentó más de 9 veces, duplicando cada 10 (0.3 a 2.8 millones) (Federación Nacional de Asociaciones de Escuelas Secundarias Estatales, 2002).

Con este aumento de la participación femenina en deportes, la

exposición a trauma y, por lo tanto, a las lesiones también se ha visto incrementada. Por otro lado, se ha observado que las mujeres, en específico, las adolescentes que practican deportes que requieren movimientos rápidos y cambios de dirección enfrentan un riesgo más alto de sufrir lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA) en comparación con los hombres. Numerosas investigaciones han indicado que este riesgo es de 4 a 7 veces mayor para las mujeres que para los hombres que participan en deportes de un nivel similar (Agel et al., 2005; Toth & Cordasco, 2001; Myklebust et al., 1998; Arendt & Dick, 1995).

Existen varias teorías que tratan de explicar y entender esta disparidad de género en las lesiones del LCA. Una de ellas se basa en aspectos anatómicos, aunque por sí sola no puede explicar completamente la diferencia. Otros investigadores han sugerido que los desequilibrios en el control neuromuscular podrían estar relacionados con la mayor frecuencia de rupturas del ligamento cruzado anterior en las mujeres. Por último, se ha planteado que **las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual** podrían jugar un papel en esta disparidad. Los cambios hormonales, muy relevantes en el sexo femenino, han sido sujeto de gran cantidad de estudios, desde que Möller-Nielsen y Hammar (Möller-Nielsen & Hammar, 1989), en 1989, sostuvieron que había relación entre las lesiones en el fútbol femenino y las diferentes fases del ciclo menstrual.

Según las investigaciones de la Houston Journal (Galindo, 2000), se destaca que los deportes colectivos con una mayor incidencia de lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA) en mujeres abarcan el fútbol, baloncesto, voleibol, balonmano, rugby y atletismo. Asimismo, en los resultados de la Encuesta de Hábitos Deportivos en España, perteneciente al Plan Estadístico Nacional 2021-2024 cuya finalidad es obtener indicadores relativos a los hábitos deportivos de los españoles, dirigida a las personas de 15 años en adelante, se muestra que actualmente los deportes más practicados, tanto por hombres como por mujeres, son los colectivos que predominan sobre los deportes individuales. Estos hacen referencia al fútbol, el baloncesto, el balonmano, el voleibol y el rugby en orden descendente y podemos verlos

reflejados en la Figura 4 del presente trabajo académico (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2022).

**Figura 4.**

Tasas de personas que practicaron deporte según año, modalidad y sexo.

	TOTAL			HOMBRES			MUJERES		
	2015	2020	2022	2015	2020	2022	2015	2020	2022
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Fútbol 11 y 7	22,4	14,1	14,5	35,8	22,9	23,8	6,3	4,0	3,8
Fútbol sala, fútbol playa <sup>(1)</sup>	14,2	7,2	8,1	23,3	11,2	13,3	3,3	2,6	2,2
Baloncesto	11,7	8,9	9,7	14,9	11,7	13,1	7,9	5,6	5,7
Balónmano	4,1	3,0	2,7	4,5	3,6	3,3	3,6	2,3	2,0
Voleibol	8,6	4,7	6,2	8,9	4,9	6,5	8,3	4,6	6,0
Rugby, rugby 7 <sup>(2)</sup>	1,8	2,5	1,3	2,4	3,4	1,7	1,2	1,4	0,9

*Fuente: Encuesta Nacional de Hábitos Deportivos de España. Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes.*

En consecuencia, se torna esencial la atención hacia la investigación de este segmento femenino de la población, con el propósito de potenciar el rendimiento deportivo y asegurar una prolongada trayectoria deportiva mediante la prevención de lesiones.

**En términos de epidemiología**, se estima que en los Estados Unidos se producen alrededor de 250.000 lesiones del Ligamento Cruzado Anterior (LCA) anualmente (Flynn et al., 2005). Esta incidencia representa un costo significativo para la salud pública, constituyendo aproximadamente el 17 por 1.000 de los casos de lesiones ligamentosas en dicho país (Cumps et al., 2008).

En los Países Bajos, en el año 2008 se llevaron a cabo más de 5.000 ligamentoplastias, tratando así las lesiones de ligamentos en aproximadamente 3.200 residentes. Mientras tanto, en Francia, se reportaron alrededor de 35.000 roturas de LCA en el año 2007, lo que equivale a una ruptura de LCA por cada 1.900 habitantes (ATIH, 2007). Por otro lado, en Suiza, se estima una incidencia de aproximadamente 81 lesiones del LCA por cada 100.000 personas por año, en el rango de edades de 10 a 64 años

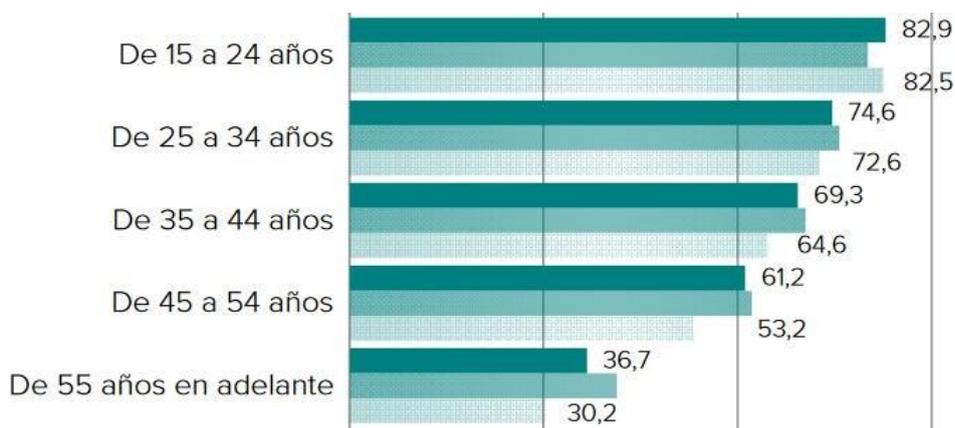
(Cumps et al., 2008).

En Alemania, la frecuencia de lesiones del LCA es de aproximadamente 70 por cada 100.000 personas por año (Lobenhoffer, 1999). Finalmente, en Noruega, según datos de registro, existe una frecuencia de alrededor de 85 lesiones del LCA por cada 100.000 personas por año, con una notable prevalencia entre las niñas de entre 15 y 19 años (Granán et al., 2008).

Según la Encuesta de hábitos Deportivos en España realizada en el año 2022 por el Ministerio de Cultura y Deporte junto al Consejo Superior de Deportes y el Instituto Nacional de Estadísticas (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2022), las tasas de participación deportiva anual superan **el 80% entre los 15 y los 24 años** y disminuye de forma progresiva hasta el 36.7% en la población mayor de 55 años. En la Figura 5 podemos ver estos datos representados en forma de gráfico desde 2015 hasta 2022, siendo el color más oscuro 2022 y el más claro 2015.

**Figura 5.**

Gráfico de personas que practicaron deporte según edad.



*Fuente: Encuesta Nacional de Hábitos Deportivos de España. Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes.*

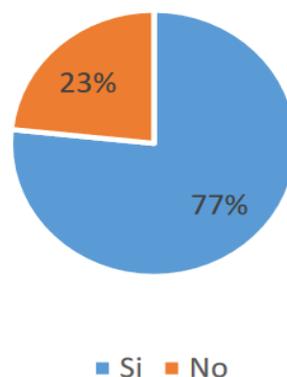
Según la Clínica Cemtro, una de las clínicas con mayor prestigio de nuestro país, 1 de cada 3000 personas en España sufren esta patología

(Olmos, 2023). Suele afectar en mayor medida a la población joven y que realiza actividad física, debido a la propia competición y a los riesgos fisiológicos que esta implica (Monk et al., 2016).

Por otra parte, se reconoce que las lesiones deportivas son comúnmente percibidas en la sociedad como eventos adversos que pueden ser influenciados por múltiples factores. Estas lesiones representan una disfunción del cuerpo que, en muchas ocasiones, conlleva dolor, limita la capacidad de movimiento, y puede interrumpir o restringir la participación en actividades físicas y extradeportivas durante un período de tiempo definido. Esto puede resultar en pérdidas tanto en términos de logros deportivos (tanto a nivel personal como grupal) como en experiencias psicológicas que impactan en el bienestar y funcionamiento tanto del deportista como de su entorno cercano. En términos generales, estas lesiones conllevan cambios significativos en la vida personal y familiar debido a las restricciones impuestas y a las nuevas necesidades que surgen como consecuencia de estas. Asimismo, el tiempo de rehabilitación, el esfuerzo y la dedicación de la persona lesionada puede dar lugar a irritabilidad general, estados depresivos, preocupaciones, dudas respecto del futuro, pensamientos negativos, etc

**Figura 6.**

Porcentaje de estudiantes según percepción de rendimiento académico.



*Fuente: (Narváez et al., 2017).*

Cabe destacar que estudios como el de Narváez (Narváez et al., 2017) informan de que la mayor parte de los estudiantes adolescentes que fueron

encuestados (77%) refieren un peor rendimiento académico durante su lesión frente al (23%) que refieren no haber percibido un cambio en su rendimiento académico como se muestra en la Figura 6. Debido a la alta incidencia de esta lesión, así como al tiempo de recuperación que se necesita, es necesario comprender los principales mecanismos de lesión que se conocen y debemos abordar los factores de riesgo específicos de esta lesión haciendo hincapié en las diferencias que hay entre hombres y mujeres. Conocer estos dos aspectos es fundamental para poder desarrollar un programa de prevención dirigido a disminuir las lesiones de LCA en el sexo femenino principalmente en las situaciones en las que no hay un traumatismo directo.

En resumen, teniendo en cuenta los datos expuestos y mencionados anteriormente, podemos observar que se muestra cierta relación entre el ciclo menstrual y las lesiones de LCA en el deporte femenino, así como el aumento de la incidencia y prevalencia en las mujeres adolescentes, y su predominio en los deportes colectivos. Por ello, se ha decidido realizar una revisión sistemática de la literatura científica con el objetivo de determinar en qué aspectos influye significativamente el ciclo menstrual en las lesiones de ligamento cruzado anterior en los deportes de adolescentes femeninas, y poder abordar estas lesiones de una manera más preventiva que resolutiva.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo principal:**

El objetivo principal del presente documento consiste en determinar cómo influye el ciclo menstrual en los deportes femeninos en adolescentes a partir de una revisión sistemática y exhaustiva de la literatura científica existente.

#### **Objetivos secundarios:**

- Identificar factores de riesgo predisponentes de lesión de LCA en el sexo femenino.
- Estudiar si en alguna fase específica del ciclo menstrual existe mayor

riesgo de lesión del LCA.

- Contribuir a la investigación científica en la salud de la mujer.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Diseño.**

Se llevó a cabo una revisión sistemática de los estudios científicos realizados durante los últimos diez años sobre la influencia del ciclo menstrual en el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en el deporte femenino adolescente, es decir, desde 2014 hasta la actualidad. La finalidad del acotamiento de este período fue obtener información actualizada y relevante, optimizando el tiempo y los recursos disponibles para la investigación.

Este proceso se efectuó mediante un proceso transparente, trazable y riguroso. De este modo, se consultaron las bases de datos internacionales y multidisciplinares Web Of Science (WoS) y Scopus y, por otro lado, la base de datos internacional de ciencias de la salud, Pubmed. Asimismo, tuvo lugar durante el período comprendido entre febrero y abril de 2024 y se tuvo en cuenta para su elaboración el procedimiento propio del sistema PRISMA (Page et al., 2021) cuyo objetivo es establecer las normas para mejorar la calidad de las presentaciones de las revisiones sistemáticas.

### **4.2 Estrategia de búsqueda bibliográfica.**

A pesar de tratarse una revisión sistemática derivada de un máster de educación, los aspectos que se quieren estudiar se encuentran en estrecha relación con términos pertenecientes a la rama de Ciencias de la Salud, debido a ello, la investigación se llevó a cabo mediante el uso del tesoro multilingüe DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y del tesoro MeSH (Medical Subject Hadings) con el objetivo de maximizar la cobertura de búsqueda. Estos términos estandarizados podemos observarlos en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

Términos clave para la estrategia de búsqueda (Biblioteca Virtual en Salud, 2024; National Library of Medicine, 2024).

Lenguaje Natural	DeCS	MeSH
Adolescentes	Adolescentes	Adolescent
Regla	Ciclo menstrual	Menstrual Cycle
Mujeres	Femenino	Female
Lesión	Lesiones deportivas	Athletic injuries
Ligamento Cruzado Anterior	Ligamento Cruzado Anterior	Anterior Cruciate Ligament

*Nota:* DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings).

*Fuente:* Elaboración propia.

Teniendo en cuenta estos términos, posteriormente, para elaborar la estrategia de búsqueda se utilizaron los operadores booleanos AND y OR, junto con términos pertenecientes a los tesauros anteriormente mencionados, así como las palabras clave en lenguaje natural con la finalidad de hacer más precisa la investigación. Con el antedicho se llegó a las siguientes búsquedas estructuradas realizando ajustes en cada campo de búsqueda perteneciente a las diferentes bases de datos.

- Para WoS

TS= ("Anterior Cruciate Ligament" OR "Anterior Cruciate Ligament injury" OR ACL injury) AND TS= ("Adolescent" OR "Adolescents") AND TS= ("Menstrual Cycle" OR "Menstruation").

- Para Scopus:

(TITLE-ABS-KEY ("Menstrual Cycle" OR "Menstruation" OR "Menses")) AND (TITLE-ABS-KEY ("Anterior Cruciate Ligament" OR "ACL injury" OR "Anterior Cruciate Ligament injury").

- Para PubMed:

("Menstrual Cycle" [Mesh] OR "Menstruation" [Mesh] OR "Menses" [Mesh]) AND ("Anterior Cruciate Ligament" [Mesh] OR "ACL injury" [Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament injury" [Mesh]).

Para gestionar exhaustivamente la totalidad de la bibliografía recopilada, generar las referencias bibliográficas pertinentes y colocar las citas apropiadamente a lo largo del texto, se ha empleado el software de gestión bibliográfica Mendeley Desktop, así como también, Refworks. No obstante, los artículos duplicados han sido descartados de manera manual.

#### **4.3 Criterios de selección.**

##### **Criterios de inclusión**

Tras llevar a cabo la búsqueda bibliográfica en la base de datos mencionada anteriormente con los DeCS/MeSH citados, se seleccionaron aquellos artículos que nos facilitasen el texto completo a nuestra disponibilidad para ser analizados posteriormente en profundidad. Del mismo modo, estos debían tener como tema principal la influencia del ciclo menstrual en las lesiones del ligamento cruzado anterior en el deporte femenino, y se incluyeron tanto los estudios realizados en deportes individuales como los colectivos. Por otro lado, se seleccionaron aquellas investigaciones que cumplieran el límite temporal de diez años, descartando así los anteriores a 2014. Fueron incluidos tanto artículos en español como en inglés, asimismo, estudios nacionales e internacionales. Igualmente, se tuvo en cuenta que se tratara de investigaciones empíricas.

##### **Criterios de exclusión.**

En referencia a los criterios de exclusión, fueron descartados aquellos artículos publicados antes de 2014 y/o los que no tenían accesibilidad a texto completo, por antigüedad de los datos y por privación y restricción de la información respectivamente. También se prescindió de los artículos que no se centraban en población adolescente y femenina. Posteriormente, se

desecharon aquellos cuyo objetivo fue analizar cómo influyen las lesiones y/o los deportes en el ciclo menstrual y/o artículos realizados a partir de revisiones bibliográficas.

#### **4.4 Selección de los artículos.**

Tras la búsqueda realizada en las bases de datos WoS, Scopus y PubMed, utilizando las palabras clave indicadas anteriormente y aplicando los filtros para poder ajustar la búsqueda lo máximo posible a los criterios de inclusión, el número total de documentos identificados en un principio fueron 367 de los cuales 110 pertenecieron a WoS, 137 a Scopus y, por último, 120 a PubMed. Posteriormente, se pasó a realizar el cribado de estos.

En primer lugar, se identificaron los artículos que tenían accesibilidad a texto completo para después poder realizar una lectura completa de ellos y obtener información sólida y fiable. Se descartaron 225 estudios que no tenían accesibilidad a texto completo, así como aquellos que no seguían una estructura propia de un artículo científico quedando un total de 142 documentos restantes. En segundo lugar, se revisó que los artículos estuviesen publicados en el período acotado entre 2014 y 2024, de esta forma se descartaron 71 de ellos y quedaron 71 artículos restantes. En tercer lugar, se revisaron los títulos y los resúmenes para comprobar que las investigaciones escogidas se adecuaban al tema objetivo de nuestra revisión y se descartaron aquellos que no incluían una intervención sobre una población en su metodología, como resultado, fueron excluidos 31 artículos. Por otro lado, se eliminaron 19 documentos duplicados encontrados en las diferentes bases de datos indicadas quedando 21 artículos restantes. De estos, se llevó a cabo una lectura completa del texto y, se encontró que 13 artículos no trataban nuestro tema objetivo en profundidad pasando a ser un propósito secundario, por lo que los datos de interés eran muy limitados y, en algunos casos, irrelevantes. Finalmente, se escogieron 8 artículos a incluir en la presente revisión sistemática para posteriormente ser analizados exhaustivamente.

El proceso de selección de artículos se encuentra recogido en el diagrama de flujo representado en la Figura 7. Asimismo, los títulos de los artículos incluidos en ella se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

Títulos de los artículos incluidos en la revisión sistemática.

1	<i>Tibial acceleration profiles during the menstrual cycle in female athletes.</i>
2	<i>Jump-Landing Biomechanics and Knee-Laxity Change Across the Menstrual Cycle in Women with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.</i>
3	<i>The effects of sex hormones during the menstrual cycle on knee kinematics.</i>
4	<i>Isometric and isokinetic strength of lowerlimb muscles in female athletes during different phases of menstrual cycle: a causal-comparative study.</i>
5	<i>Comparison of anterior knee laxity, stiffness, genu recurvatum, and general joint laxity in the late follicular phase and the ovulatory phase of the menstrual cycle.</i>
6	<i>Athletic Activity and Hormone Concentrations in High School Female Athletes.</i>
7	<i>Estudio descriptivo de las lesiones de ligamento cruzado en el fútbol femenino / Descriptive study of cruciate ligament injuries in female soccer.</i>
8	<i>Knee Laxity Variations in the Menstrual Cycle in Female Athletes Referred to the Orthopedic Clinic.</i>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5 Evaluación de la calidad y el nivel de evidencia de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Para evaluar el grado de recomendación y el nivel de evidencia de los estudios individuales incluidos en la presente revisión sistemática se ha utilizado como instrumento de medición la Escala de Oxford de Medicina Basada en la Evidencia. El propósito de esta herramienta es establecer un grado de recomendación según la evidencia científica presentada y un nivel de evidencia basado en el tipo de estudio que se trata.

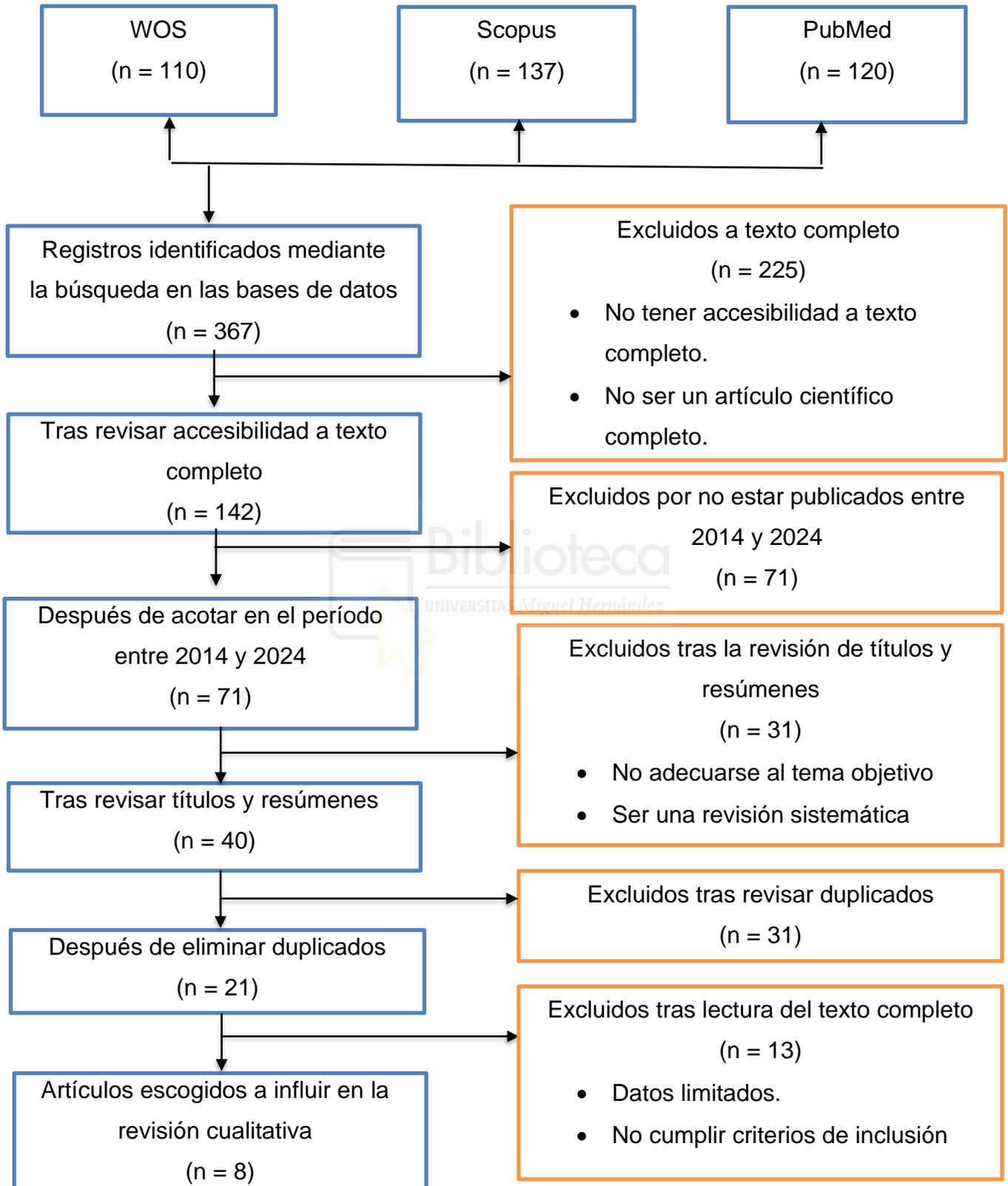
Esta escala diferencia 3 grados de recomendación (de A a C). Al mismo tiempo, estos grados se subdividen en secciones que examinan el nivel de evidencia, abarcando desde el nivel 1 (nivel más alto de evidencia) hasta el nivel 4 (nivel más bajo de evidencia) (Familiar, 2007). Estos datos quedan recogidos y resumidos en el Anexo 1.

La mayoría de los artículos presentaron un nivel de recomendación C (5 estudios) lo que sugiere que la evidencia de estos está limitada, y el resto presentaron un nivel de recomendación B (2 estudios), es decir, presentan una evidencia de calidad moderada. Por último, sólo un estudio presentó un nivel de recomendación A, lo que significa que proporciona evidencia de alta calidad y confiabilidad. Por otro lado, en cuanto al nivel de evidencia, la mayor parte tuvieron una evidencia de nivel 3 (3 estudios) y de nivel 2 (3 estudios), es decir, de calidad moderada y de alta calidad respectivamente. Sin embargo, como excepción, un artículo presentó un nivel 4 (baja calidad), y otro de ellos presentó un nivel 1 (nivel más alto de evidencia). Estos resultados se compilan en el Anexo 2 de la presente revisión sistemática.

En conclusión, esto indica que, aunque hay una presencia significativa de estudios con evidencia moderada a alta, la calidad varía, y se debe tener precaución al interpretar los resultados globales.

**Figura 7.**

Diagrama de flujo de la selección de estudios incluidos en la revisión.



Fuente: Elaboración propia.

## **5. RESULTADOS.**

### **5.1 Extracción de los datos.**

Tras la búsqueda sistemática finalmente se seleccionaron 9 artículos que fueron analizados a través del título, el resumen y el cuerpo para asegurar que cumplieran con los criterios de inclusión. De estos trabajos se extrajo la siguiente información: (1) autor/es, (2) año de publicación, (3) país, (4) objetivo/s de la investigación, (5) características de la muestra (participantes, subgrupo, edades, deporte practicado, ruptura o no del LCA, entre otros aspectos), (6) método llevado a cabo para la recogida de datos, (7) instrumento/s de medida relacionados con las variables de estudio y (7) resultados/conclusiones más destacables. Para ello se elaboró una tabla para cada artículo analizado que recoge, entre otros datos, la descripción de las intervenciones y los resultados principales con el fin de visualizar los datos de forma organizada (Tablas 3-10). Se utilizó el gestor bibliográfico Refworks para ordenar la información y trabajar con los documentos de una forma más eficaz.



**Tabla 3.**

Datos extraídos del primer artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
Tibial acceleration profiles during the menstrual cycle in female athletes.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/ Variables	Conclusiones/ Resultados
(Hohmann et al., 2015)	Investigar los efectos de la fluctuación de los niveles de estrógeno endógeno durante el ciclo menstrual	N = 17 (11 mujeres y 6 hombres)	Estudio de cohortes.  Los participantes fueron reclutados de equipos regionales. Un investigador asociado visitó todos los equipos durante una	Muestras de sangre para medir las hormonas: LH, FSH, estrógeno y progesterona.  Acelerómetro uniaxial en la tuberosidad proximal de la	El hallazgo más importante de este estudio fue que las fluctuaciones de estrógenos tienen un efecto significativo sobre la aceleración tibial en mujeres jóvenes durante el ciclo menstrual.  Esto hace que el sistema
<b>País</b>		<b>Grupo experimental:</b> Sexo: Femenino, Edad: 16-18 años, Edad media: 16,3 años, Altura media: 164 cm, Masa corporal media: 60,7 kg. Deporte practicado: Netball (similar al baloncesto)			
Alemania (Berlín)		<b>Grupo control:</b> Sexo: Masculino, Edad media:			



	sobre la aceleración transitoria en la tibia proximal en mujeres jóvenes físicamente activas.	16 años, Altura media: 175 cm, Masa corporal media: 75 kg. Deporte practicado: Rugby.  <b>Condiciones:</b> No lesiones en la extremidad inferior 12 meses antes o durante el período de prueba. Ciclos menstruales constantes, no uso de anticonceptivos, rango completo del movimiento y menarquia hace más de 1 año.	pretemporada. Se investigaron los perfiles de aceleración tibial para cada fase del ciclo menstrual: menstrual, folicular, ovulación y lútea. Se realizó un análisis hormonal en cada sesión de prueba.	tibia para medir la PTA, TPTA y TZTA.  Se tuvo en cuenta las fases menstruales específicas en el momento de las pruebas.	musculoesquelético femenino necesite adaptarse constantemente al entorno hormonal cambiante y, por otro lado, adaptar estrategias neuromusculares compensatorias lo que expone potencialmente al LCA a un mayor riesgo de lesión.
--	---	---	---	--	---

*Nota:* N (número total de participantes), Kg (Kilogramos), LH (Hormona luteinizante), FSH (Hormona foliculoestimulante), PTA (Aceleración tibial máxima), TPTA (Tiempo hasta aceleración tibial máxima) y TZTA (Tiempo hasta aceleración tibial cero) y LCA (Ligamento cruzado anterior).

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 4.**

Datos extraídos del segundo artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
Jump-Landing Biomechanics and Knee-Laxity Change Across the Menstrual Cycle in Women With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/ Variables	Conclusiones/ Resultados
(Bell et al., 2014)	Examinar los cambios en la cinemática y cinética tridimensional	N = 20 mujeres.	En una entrevista las participantes describieron sus antecedentes de lesiones. Mecanismos	Prueba de predicción de la ovulación basada en orina para medir los niveles	Ambas fases del ciclo menstrual (menstruación y ovulación) tienen asociados biomecanismos
<b>País</b>		<u>Grupo experimental:</u> Sexo: Femenino, Edad media: 19,6 años, Altura			



<p>EE.UU. (Wisconsin, Carolina del Norte)</p>	<p>de la cadera y la rodilla durante un aterrizaje con salto y examinar la laxitud de la rodilla a lo largo del ciclo menstrual en mujeres con antecedentes de lesión unilateral del LCA sin contacto.</p>	<p>media: 168,6 cm, Masa corporal media: 66,2 kg. Deporte practicado: el fútbol fue el deporte más común.</p> <p><u>Condiciones:</u> Ciclos menstruales normales autoinformados en el momento de la lesión, no uso de métodos anticonceptivos, previa lesión unilateral del LCA sin contacto y ya autorizada por un médico para volver al deporte.</p>	<p>de lesión y métodos de reparación quirúrgica.</p> <p>Fueron evaluadas en 2 momentos clave: (1) niveles altos de estrógenos y progesterona y (2) niveles bajos de estas hormonas; y a la misma hora.</p> <p>Para medir la cinemática y cinética se realizó 5 pruebas de salto/aterrizaje con un cajón de 30 cm.</p> <p>Para la laxitud de</p>	<p>de estrógeno y progesterona.</p> <p>Análisis sanguíneo para determinar los niveles de estradiol B-17, progesterona y testosterona libre.</p> <p>La cinemática y cinética de las extremidades inferiores se recopilaron utilizando un sistema electromagnético</p>	<p>lesionales del LCA.</p> <p><u>En fase de ovulación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayores picos de VGRF</li> <li>- Mayor rotación interna tibial</li> <li>- Mayor rotación interna de la cadera.</li> <li>- Máximo valgo de rodilla.</li> <li>- Mayor cantidad de estradiol B17 y progesterona (influencia negativa en la laxitud de LCA y rigidez muscular).</li> </ul> <p><u>En fase de</u></p>
---	--	--	---	--	---



			rodilla se registraron y promediaron 5 ensayos de dos pruebas prácticas de flexión/extensión.	con una placa de fuerza no conductora que registraba las respuestas en un software informático.  La laxitud del LCA se midió mediante un artrómetro de rodilla.	<u>menstruación:</u>  Mayor rotación interna general que en la ovulación.  Todo ello resulta en un mayor biomecanismo lesivo del LCA en el momento del aterrizaje.
--	--	--	---	---	--

*Nota:* EE.UU. (Estados Unidos), N (número total de participantes), Kg (Kilogramos), cm (centímetros) LCA (ligamento cruzado anterior) y VGRF (fuerza máxima de reacción vertical contra el suelo en el plano frontal).

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 5.**

Datos extraídos del tercer artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
The effects of sex hormones during the menstrual cycle on knee kinematics.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/ Variables	Conclusiones/ Resultados
(Bingzheng et al., 2023)	Investigar los efectos del ciclo menstrual y las concentraciones séricas de hormonas sexuales sobre los parámetros cinemáticos de la rodilla en atletas de fútbol	N = 53 mujeres. Deporte: fútbol. Adolescentes (no específica edad)	Se llevó a cabo el estudio en dos ciclos menstruales. En el primer ciclo se determinaron las diferentes fases del ciclo menstrual y en el segundo ciclo se midió las concentraciones de hormonas y las	Kit de predicción de sangrado y ovulación (diagnóstico para la hormona luteinizante): para registrar el día de inicio de la fase menstrual, del día de ovulación y los días de duración del ciclo menstrual.	El riesgo biomecánico para la lesión de LCA sin contacto fue significativamente menor en la fase lútea media al coincidir con el valgo máximo más bajo.
<b>País</b>					
China (Shenyang)		La muestra se dividió teniendo en cuenta 4 fases del ciclo menstrual: - Grupo 1:			



	femenino.	<p>Menstruación.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Grupo 2: Folicular tardía.</li><li>- Grupo 3: Ovulatoria.</li><li>- Grupo 4: Lútea media.</li></ul> <p><u>Condiciones:</u> IMC entre 18,5 y 23,9, no antecedentes de lesiones deportivas o embarazo, ciclos menstruales consistentes, no uso ni antecedentes de uso de anticonceptivos.</p>	<p>pruebas de cinemática en el césped de juego.</p> <p>Antes de la prueba calentaron 15 min y eligieron la pierna de apoyo para realizar cortes de 90°.</p>	<p>Muestras de orina diarias desde el cese de sangrado hasta positividad del kit de diagnóstico.</p> <p>Muestras de sangre para determinar las concentraciones séricas de progesterona mediante el analizador inmunológico automático de quimioluminiscencia de partículas.</p> <p>Sistema de análisis de movimiento portátil basado en marcadores y</p>	<p>No hubo correlación entre las concentraciones séricas de hormonas sexuales y los parámetros de la cinemática de la rodilla.</p>
--	-----------	--	---	--	--



				<p>cámara sincrónica de alta velocidad para los parámetros cinemáticos de la rodilla.</p> <p>El trocánter mayor, epicóndilo latera y medial, la meseta medial, la tuberosidad tibial, la cabeza del peroné y el maléolo medial y lateral de los sujetos se identificaron mediante una sonda digitalizadora portátil.</p>	
--	--	--	--	--	--

*Nota:* N (número total de participantes), IMC (Índice de masa corporal) y LCA (ligamento cruzado anterior).

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 6.**

Datos extraídos del cuarto artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
Isometric and isokinetic strength of lowerlimb muscles in female athletes during different phases of menstrual cycle: a causal-comparative study.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/VARIABLES	Conclusiones/ Resultados
(Pournasiri et al., 2023)	Examinar la fuerza de los músculos isquiotibiales y los cuádriceps como variables cruciales	N = 37 mujeres. Deportes: fútbol sala, voleibol, balonmano, baloncesto y artes marciales.  Edades: 18-20 años.	Se llevó a cabo un estudio descriptivo causal-comparativo.	Dinamómetros isocinéticos Biodex System 4 Pro para evaluar la fuerza isométrica e isocinética de los músculos flexores y extensores de la pierna dominante y la relación de las dos	Mayor fuerza isocinética e isométrica en el flexor y músculos extensores de la rodilla en la fase ovulatoria en comparación con la fase folicular y lútea en las que disminuyó la fuerza.
País			Se llevaron a cabo tres etapas de mediciones para cada participante: (1) fase folicular, (2) fase ovulatoria y (3)		
Irán (Teherán)					



	para predecir la incidencia de lesión del LCA en las diferentes fases del ciclo menstrual en deportistas femeninas adolescentes.	<u>Condiciones:</u> Actividad continua durante 3 años, practicar un deporte de alto riesgo de lesión del LCA, no tener lesiones previas, no uso de anticonceptivos ni de suplementos deportivos y ciclos menstruales regulares.	fase lútea.  Se midió la fuerza isométrica e isocinética de los músculos flexores y extensores de la articulación de la rodilla.  Se estableció un rango de movimiento entre 0 y 90° y una velocidad de 60°/segundo.	fuerzas con la velocidad angular de 60°/ssegundo.  Para las fases del ciclo menstrual se distinguieron de manera orientativa se la siguiente forma:  1. Folicular (1-9 días) 2. Ovulatoria (10-14 días) 3. Lútea (15-28 días)	Se concluye, por tanto, que las fluctuaciones de la fuerza muscular durante el ciclo menstrual pueden afectar los patrones de activación muscular y estabilidad de la rodilla siendo un riesgo potencial para la lesión del LCA.
--	--	--	--	---	--

*Nota:* N (número total de participantes) y LCA (ligamento cruzado anterior).

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 7.**

Datos extraídos del quinto artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
Comparison of anterior knee laxity, stiffness, genu recurvatum, and general joint laxity in the late follicular phase and the ovulatory phase of the menstrual cycle.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/Variables	Conclusiones/ Resultados
(Shagawa et al., 2021)	Examinar la variabilidad en la laxitud de la articulación de la rodilla como factor de riesgo de lesión del LCA durante el ciclo menstrual.	N = 15 mujeres. Deportes: no especificado.	Se llevó a cabo un estudio descriptivo causal-comparativo.	Termómetro corporal basal para medir la temperatura corporal basal.	AKL y rigidez no mostraron diferencias significativas entre las fases estudiadas. GR y GJL fueron mayores en la fase ovulatoria que en la fase folicular tardía, por lo que las
<b>País</b>		Edad media: 20 años, Altura media: 160 cm, peso medio; 52,7 kg.	Las mediciones de E2, AKL, rigidez, GR y GJL se midieron 3 veces cada una durante la fase	Kit de ovulación para estimar el día de la ovulación.	
Irán (Teherán)				Kit de recolección de saliva	



	<p>Más específicamente, examinar los cambios en AKL, rigidez, GR y GJL durante la fase folicular tardía y la fase de ovulación del ciclo menstrual.</p>	<p>Edades: 18-20 años.</p> <p>Condiciones: Ciclo menstrual regular, temperatura corporal bifásica, sin antecedentes de lesión en ninguna estructura de la rodilla, no uso de anticonceptivos y/o suplementos hormonales</p>	<p>folicular y la fase ovulatoria (6 veces cada una en total).</p>	<p>para medir la concentración de E2.</p> <p>AKL se midió mediante el desplazamiento del fémur sobre la tibia después de aplicación de cargas (Instrumento: KSM-100).</p> <p>Rigidez se midió mediante la fórmula relación fuerza/cargas.</p> <p>GR se midió por el uso de un goniómetro</p> <p>Para medir GLJ se utilizó la prueba de laxitud</p>	<p>variaciones de E2 durante el ciclo menstrual pueden afectar las variaciones en GR y GJL.</p> <p>En conclusión, las concentraciones de E2 durante la fase ovulatoria se resumen en un mayor riesgo de lesión del LCA ya que afectan a tener un mayor GR (hecho común en las lesiones del LCA), y un mayor GLJ que</p>
--	---	---	--	--	---



				articular de la Universidad de Tokio.	sugiere un cambio en los tejidos blandos que rodean la rodilla, así como la afectación negativa de la laxitud de las articulaciones.
--	--	--	--	---------------------------------------	--

*Nota:* N (número total de participantes), LCA (ligamento cruzado anterior), GR (rango de movimiento de extensión de la articulación de la rodilla “*genu recurvatum*”), E2 (estradiol), GLJ (laxitud articular general), AKL (laxitud anterior de la rodilla).

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 8.**

Datos extraídos del sexto artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
Athletic Activity and Hormone Concentrations in High School Female Athletes.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/VARIABLES	Conclusiones/ Resultados
(Wojtys et al., 2015)	Probar las hipótesis de que (1) el perfil de estradiol-progesterona de las adolescentes de secundaria que participan en entrenamiento, acondicionamiento y competencia diferiría del de las	N = 98 mujeres atletas y no atletas (eran 106, pero excluyeron 4)	Se llevó a cabo un estudio de cohortes.	Composición corporal se midió mediante el cálculo del IMC y un dispositivo de análisis de impedancia bioeléctrica (grasa, masa magra y agua total).	Los diferentes niveles de actividad física no se relacionan con alteración de las concentraciones de estrógeno y progesterona por lo que no aumentan el riesgo de lesiones del LCA.
<b>País</b>		Atletas (n = 64) No atletas (n = 24)	Primero se realizó una entrevista programada a las participantes (las menores junto a un adulto) para conocer su perfil y grado de disposición. El resto	Para medir la actividad física, a cada participante se le administró el Cuestionario de Actividad	
EEUU (Michigan)		Deportes: diferentes deportes tanto colectivos como			



	<p>adolescentes inactivas de la misma edad durante un período de 3 meses. (2) El entrenamiento y acondicionamiento atlético alterarían la composición corporal (músculos, huesos), lo que conllevaría a una proporción cada vez mayor de masa corporal magra a masa corporal grasa,</p>	<p>individuales.  Edad: 14-18 años. Edad media atletas: 15,7. Edad media de no atletas: 16,3 años.  Condiciones: Ciclo menstrual regular y no ser premenarquicas, haber tenido al menos 3 ciclos menstruales completos. No estar sometidas a terapias hormonales.</p>	<p>de la investigación se centró en pruebas de composición corporal que se realizaron dos veces</p>	<p>Física para Adolescentes (PAQ-A) cada semana.  Kit de recolección de muestras de orina para determinar los niveles hormonales aproximados.</p>	<p>Las irregularidades de los ciclos menstruales y la amenorrea inducida por ejercicio marcan un desequilibrio energético consistente con la triada atlética femenina y se relacionan con un mayor índice de lesiones musculoesqueléticas y fracturas óseas.  La actividad deportiva no alteró</p>
--	---	---	---	---	--



	con los cambios hormonales que le acompañan.				las composiciones corporales a lo largo del estudio.
--	--	--	--	--	--

*Nota:* EEUU (Estados Unidos), N (número total de participantes), IMC (Índice de masa corporal), LCA (ligamento cruzado anterior)

*Fuente: Elaboración propia.*



**Tabla 9.**

Datos extraídos del séptimo artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
Estudio descriptivo de las lesiones de ligamento cruzado en el fútbol femenino / Descriptive study of cruciate ligament injuries in female soccer.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/ Variables	Resultados/ Conclusiones
(Reyes et al., 2023)	Describir la epidemiología y características de la lesión del LCA en mujeres futbolistas de primera y segunda	N = 71 mujeres.	Se llevó a cabo un estudio descriptivo.	Contactar con los clubes de fútbol de primera y segunda división para determinar las lesiones de LCA en los últimos 10 años.	Las edades que más lesiones acontecieron fueron 17 y 18 años.
País		Deportes: fútbol profesional de primera y segunda división.	Primero se realizó una recolección de datos de las lesiones de LCA en los últimos 10	Cuestionario para obtener información	La posición en el campo que menor lesiones tenía es portera y la que mayor mediocentro.
España (Extremadura, Huelva y Madrid).		Edad: 14-22 años. Edad media: 21,49 años.			La mayor parte de las



	<p>división española y analizar la relación entre las fases del ciclo menstrual y la lesión del LCA.</p>	<p>Condiciones: Haber tenido una lesión del LCA con un mínimo de 9 meses y medio de recuperación. La rotura de LCA debía ser completa y no parcial. En el momento de la lesión estuvieran jugando a fútbol.</p>	<p>años.</p> <p>Se recolectó participantes voluntarias femeninas para que rellenaran un cuestionario sobre ítems relacionados con las lesiones del LCA y aspectos específicos y regulares del deporte practicado para su posterior análisis.</p>	<p>de las futbolistas que habían sufrido una lesión del LCA.</p> <p>Para el análisis de datos de ha utilizado el programa de software SPSS 25.0.</p>	<p>lesiones fue sobre la pierna dominante.</p> <p>La mayoría de las lesiones de LCA estaban asociadas a una lesión de menisco.</p> <p>La mayoría de estas lesiones ocurren sin contacto y más en los partidos que en los entrenamientos.</p> <p>La mayor parte de las lesiones se produjeron durante la fase lútea y la fase de menstruación respecto a la fase folicular y la fase ovulatoria.</p>
--	--	---	--	--	---



					Cabe destacar que la mayor parte de las lesiones de la fase lútea son sin contacto.
--	--	--	--	--	---

*Nota:* EEUU (Estados Unidos), N (número total de participantes), IMC (Índice de masa corporal), LCA (ligamento cruzado anterior)

*Fuente: Elaboración propia.*



**Tabla 10.**

Datos extraídos del octavo artículo seleccionado para la elaboración de la presente revisión sistemática.

Título					
Knee Laxity Variations in the Menstrual Cycle in Female Athletes Referred to the Orthopedic Clinic.					
Autor/es y año	Objetivo	Muestra	Método	Instrumentos/VARIABLES	Resultados/Conclusiones
(Shafiei et al., 2016)	Comparar los cambios en la laxitud del LCA de la rodilla en el ciclo menstrual en atletas remitidas a la clínica ortopédica del	N = 40 mujeres atletas.  Deportes: voleibol, aeróbic, taekwondo, baloncesto, wushu y ballet.  Edad: 15-20 años.  IMC medio: 21,9.	Se midió la laxitud de los ligamentos en las siguientes fases: (1) fase de menstruación, (2) tiempo de ovulación y (3) mitad del período lúteo.	Para medir la laxitud de la rodilla se utilizó la prueba de Lachmann y la prueba del cajón anterior y posterior.	No hubo diferencias significativas de la laxitud del LCA entre las tres fases del ciclo menstrual.  No se obtuvo diferencias significativas entre las variaciones de nivel de
<b>País</b>				Irán (República Islámica, Mazandarán)	



	hospital Imam.  Investigar los efectos de las hormonas estrógeno, estradiol y progesterona en la laxitud del LCA.	Condiciones: Ciclo menstrual regular, no antecedentes de embarazo, no lesión de rodilla ni fractura de MMII, no uso ni antecedentes de uso de anticonceptivos.	Cada fase fue evaluada por un cirujano experto en la articulación de rodilla.  Se evaluaron en un laboratorio los niveles hormonales.	estrógenos se utilizaron los kits ELISA y DEMEDITEC analizados posteriormente en laboratorio.  Se recopilaron datos sociodemográficos y personales relacionados con la investigación a través de un cuestionario.	hormonas femeninas y la laxitud del LCA.  Se concluye por tanto, que no se debe evitar que las deportistas realicen actividad deportiva en la época de menstruación debido a la laxitud de las rodillas.
--	---	---	---	---	--

*Nota:* EEUU (Estados Unidos), N (número total de participantes), IMC (Índice de masa corporal), LCA (ligamento cruzado anterior)

*Fuente:* Elaboración propia.

## 5.2 Análisis de la información extraída de los artículos académicos seleccionados.

Para la presente revisión, se analizaron 8 artículos, todos ellos prospectivos y en mayor parte de tipo analítico observacional. Entre los estudios seleccionados, sólo uno incluyó un grupo control, seleccionando un grupo masculino para realizar las mediciones de manera paralela. Esto se realizó con el objetivo de examinar las diferencias de género en los parámetros analizados y evaluar la consistencia de las mediciones entre días. Sin embargo, dichas diferencias de género serán de menor importancia en este trabajo, ya que el enfoque se centra exclusivamente en las variaciones de las mediciones en el grupo femenino, con el propósito de responder al objetivo general de la revisión sistemática planteada.

### Análisis de las variables de estudio.

#### *Características de la muestra.*

Los estudios seleccionados para este análisis comprenden una diversidad de muestras, sin embargo, todos ellos incluyen atletas femeninas adolescentes, proporcionando un marco amplio para la comprensión del impacto del ciclo menstrual en la estabilidad del LCA. Respecto a las características de los participantes en los estudios, la edad media no ha superado los 21 años, siendo la menor edad estudiada 14 años, y la mayor edad 22 años. En cuanto al tamaño muestral, este ha variado entre 17 individuos (el menor) y 106 individuos (el mayor).

En la mayoría de los estudios solo ha tenido lugar un grupo experimental en los que la comparación hacía referencia a varias mediciones entre los participantes de este grupo, sin embargo, hubo un estudio en el que se utilizó un grupo control formado por el sexo masculino con el que comparar el grupo experimental femenino con el propósito de verificar si los parámetros estudiados también fluctúan a lo largo de un mes sin variaciones hormonales (Hohmann et al., 2015).

*Métodos de detección del ciclo menstrual y control del LCA.*

En cuanto a los estudios que han incluido la diferenciación de fases del ciclo menstrual encontramos que la totalidad de estos han realizado mediciones durante la fase folicular debido a que es en este periodo cuando los niveles de estrógenos alcanzan su punto más bajo, a excepción de Bell et al., y Shafiei et al., que no han estudiado esta fase, así como Wojtys et al., que no ha hecho diferenciación entre fases. Sin embargo, cinco estudios compararon esta fase con la fase ovulatoria, en la cual se presenta el primer pico de concentración de estrógenos (Hohmann et al., 2015; Shagawa et al., 2021; Bingzheng et al., 2023; Pournasiri et al., 2023; Reyes et al., 2023) añadiendo el análisis de la fase lútea (segundo pico estrogénico) en cuatro casos (Hohmann et al., 2015; Bingzheng et al., 2023; Pournasiri et al., 2023; Reyes et al., 2023). Por último, solo un estudio, comparó únicamente la fase folicular con la ovulatoria (Shagawa et al., 2021), y en ningún caso se investigó una fase aislada.

Con respecto a los métodos de detección del ciclo menstrual, los ocho estudios utilizaron un calendario autoinformado o un cuestionario evaluativo. Esto implica que, durante al menos los tres meses anteriores al ensayo, se llevó a cabo un seguimiento de la función menstrual de las participantes. El propósito era identificar cualquier disfunción menstrual, calcular la duración promedio del ciclo menstrual y determinar el momento esperado aproximado de la ovulación.

Además, en dos de los estudios incluidos en la investigación, se suministró a las participantes un conjunto de herramientas para la detección de la ovulación, lo que les permitió iniciar las mediciones una vez obtenido un resultado positivo (Shafiei et al., 2016; Shagawa et al., 2021). En los trabajos liderados por Hohmann et al., Bell et al., y Bingzheng et al., se incorporó un análisis sanguíneo para corroborar la fase menstrual en la que se encontraban las mujeres mientras que Shagawa et al. Empleó una prueba salival con el mismo fin. Por último, en el estudio de Pournasiri et al., se confiaron exclusivamente en el uso del calendario autoinformado junto con un

cuestionario de ítems relacionados con el deporte practicado, la lesión de LCA y el ciclo menstrual.

Únicamente en uno de los estudios, se llevó a cabo un control de la temperatura corporal basal bifásica de los sujetos antes de las mediciones, procediendo a estabilizarlos en una sala con temperatura controlada durante un período de 30 minutos. Este protocolo se diseñó con el propósito de aislar el efecto de la temperatura en las mediciones, permitiendo así analizar específicamente el impacto de las hormonas sexuales en las diversas estructuras estudiadas (Shagawa et al., 2021).

En términos de control del LCA, los estudios utilizaron una combinación de técnicas biomecánicas y de imagen para evaluar la estabilidad y la laxitud del LCA, como se evidencia en el trabajo de Shafiei et al. (2016), que analizó la laxitud del LCA con la prueba de Lachmann y/o del cajón en diferentes fases del ciclo menstrual.

#### *Parámetros estudiados y resultados obtenidos.*

En el presente estudio, se han evaluado diversos parámetros relacionados con la biomecánica y la fisiología del ligamento cruzado anterior (LCA) a lo largo del ciclo menstrual en mujeres jóvenes deportistas. Los parámetros estudiados incluyeron la aceleración tibial, las fuerzas de reacción del suelo (VGRF), la cinemática de la rodilla y la cadera, la laxitud articular (AKL), la rigidez de los ligamentos (GR), la laxitud general de las articulaciones (GJL), la fuerza muscular isocinética e isométrica, así como las concentraciones séricas de hormonas sexuales, específicamente estradiol, estrógenos y progesterona. Asimismo, se consideraron variables contextuales como la edad de las participantes, la posición en el campo de juego y la fase del ciclo menstrual durante la cual ocurrieron las lesiones.

**Hohmann et al. (2015)** encontraron que las fluctuaciones de estrógenos tienen un efecto significativo sobre la aceleración tibial ya que hubo una diferencia significativa en el tiempo hasta la aceleración tibial máxima (TPTA) entre la menstruación y la fase folicular ( $p = 0,04 < 0,05$ ), la

menstruación y la ovulación ( $p = 0,001 < 0,05$ ) la menstruación y la fase lútea ( $p=0,002<0,05$ ) y la fase folicular y de ovulación ( $p = 0,007 < 0,05$ ). Sin embargo, en el grupo masculino no hubo diferencias significativas entre las pruebas para PTA, TZTA y TPTA. Este hallazgo sugiere que el sistema musculoesquelético femenino necesita adaptarse constantemente al entorno hormonal cambiante. Las estrategias neuromusculares compensatorias desarrolladas en respuesta a estas fluctuaciones podrían, en consecuencia, aumentar el riesgo de lesión del LCA.

**Bell et al. (2014)** destacaron en su estudio que las estadísticas descriptivas para las hormonas reproductivas y la laxitud de la rodilla mostraron que los niveles de estradiol-b-17 (Cohen  $d = 1.2$ ) y progesterona (Cohen  $d = 1.5$ ) aumentaron en la ovulación, al igual que la laxitud anterior de la rodilla (Cohen  $d = 0.5$ ), sin cambios observados en la testosterona. En términos de cinemática y cinética articular, la rotación tibial fue la única variable cinemática que cambió en el contacto inicial, estando en una posición más internamente rotada durante la menstruación que en la ovulación (Cohen  $d = 0.6$ ). Durante la fase de carga, se observaron diferencias en el momento de valgo de rodilla aumentado en la ovulación (Cohen  $d = 0.9$ ), en la posición de rotación interna de la cadera aumentada en la ovulación (Cohen  $d = 0.4$ ) y en el momento de rotación interna de la cadera aumentado durante la menstruación (Cohen  $d = 0.3$ ). No se encontraron otras diferencias significativas en los hallazgos cinemáticos y cinéticos, aunque se identificó una tendencia estadística para el pico de rotación interna tibial ( $p = 0.10$ , Cohen  $d = 0.6$ ) durante la menstruación. Finalmente, los participantes mostraron un aumento en el pico de la fuerza de reacción vertical del suelo (VGRF) durante la sesión de prueba de la menstruación (Cohen  $d = 0.30$ ).

Los resultados principales del estudio de **Bingzheng et al. (2023)** muestran que las concentraciones de estrógeno y progesterona varían significativamente entre las fases del ciclo menstrual ( $p < 0.05$ ). En la fase menstrual, la concentración de estrógeno fue de  $53.0 \pm 8.4$  pg/mL, la más baja registrada, mientras que en la fase folicular tardía y la fase lútea media se observaron los picos de concentración con  $160.9 \pm 34.8$  y  $118.7 \pm 26.1$  pg/mL,

respectivamente. La concentración de progesterona también mostró diferencias significativas, siendo la más baja en la fase menstrual con  $0.8 \pm 0.3$  ng/mL y alcanzando su pico en la fase lútea media con  $14.0 \pm 2.2$  ng/mL. En cuanto a los parámetros cinemáticos de la rodilla, no se encontraron diferencias significativas en los ángulos máximos de flexión y extensión en el plano sagital ni en el ángulo máximo de varo en el plano frontal ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, el ángulo máximo de valgo fue significativamente menor en la fase lútea media ( $4.9^\circ \pm 4.0^\circ$ ;  $p < 0.05$ ) lo que sugiere que el riesgo biomecánico de lesión del LCA sin contacto es significativamente menor en esta fase. Las diferencias en las concentraciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual y su relación con los parámetros cinemáticos sugieren posibles implicaciones en el riesgo de lesiones de la rodilla.

Por su parte, **Pournasiri et al. (2023)** demostraron que las variaciones hormonales durante el ciclo menstrual influyen significativamente en la fuerza isocinética e isométrica de los músculos flexores y extensores de la rodilla entre la fase folicular, ovulatoria y lútea ( $p < 0.05$ ). Asimismo, Aunque no se observaron diferencias en la relación H: Q (fuerza de los músculos isquiotibiales y cuádriceps) entre las fases ( $p > 0.05$ ), la fuerza durante la fase ovulatoria fue significativamente mayor en comparación con las fases folicular y lútea ( $p \leq 0.05$ ). Esto sugiere que las fluctuaciones hormonales, particularmente durante la ovulación, pueden tener un impacto considerable en la capacidad de fuerza muscular, lo que podría influir en el rendimiento deportivo y el riesgo de lesiones.

**Shagawa et al. (2021)** se observó que la concentración de E2 fue significativamente mayor durante la fase ovulatoria en comparación con la fase folicular tardía ( $p = 0,0018 < 0,05$ ). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en los valores de AKL entre las dos fases ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, tanto GR como GJL fueron significativamente mayores durante la fase ovulatoria en comparación con la fase folicular tardía ( $p = 0.011, 0.031$ ;  $< 0.05$ ). Estos hallazgos sugieren una posible asociación entre la concentración de E2 y la rigidez muscular que podrían influir negativamente en el riesgo de lesión del LCA. Asimismo, sugieren menor riesgo de lesión en

la fase ovulatoria debido a un aumento en la elasticidad y la resistencia durante cuando los niveles de E2 son más altos, ya que podría existir una mayor estabilidad articular.

**Wojtys et al. (2015)** indicaron que los niveles de actividad física no alteran las concentraciones de estrógeno y progesterona ni aumentan el riesgo de lesiones del LCA ( $p > 0,05$ ). No obstante, las irregularidades menstruales y la amenorrea inducida por el ejercicio, características de la triada atlética femenina, se asociaron con un mayor índice de lesiones musculoesqueléticas y fracturas óseas. Esto destaca la importancia de un equilibrio energético adecuado para prevenir lesiones.

**Reyes et al. (2023)** proporcionaron un contexto adicional al indicar que las lesiones de LCA ocurrieron predominantemente en jugadoras de 17 y 18 años con un total de 10 lesiones cada una, siendo más comunes en mediocampistas (27.7 %) y en la pierna dominante (92.6 %). La mayoría de las lesiones fueron sin contacto y ocurrieron más frecuentemente en partidos (52 lesiones) que en entrenamientos (42 lesiones). Además, las fases lúteas (25 lesiones) y de menstruación (19 lesiones) mostraron una mayor incidencia de lesiones en comparación con las fases folicular (5 lesiones) y ovulatoria (5 lesiones), especialmente en la fase lútea. Por otro lado, no hubo asociaciones significativas entre la fase del ciclo menstrual y la ocurrencia de la lesión durante el entrenamiento o la competición ( $p > 0.05$ ).

Finalmente, **Shafiei et al. (2016)** no encontraron diferencias significativas en la laxitud del LCA entre las fases del ciclo menstrual: menstruación, ovulación y mitad de la fase lútea ( $p = 0.67, 0.43$  y  $0.49; > 0.05$  respectivamente). Tampoco se observaron diferencias significativas entre la laxitud del LCA y las variaciones en los niveles hormonales femeninos ( $p = 0.138, 0.83$  y  $0.7 > 0.05$  respectivamente). En resumen, no hubo relación significativa entre las fases del ciclo menstrual y la laxitud de la articulación de la rodilla, por lo que no se justifica limitar la actividad deportiva de las atletas durante la menstruación debido a la laxitud de la rodilla.

En conjunto, estos resultados subrayan la complejidad de la interacción entre las fluctuaciones hormonales y los parámetros biomecánicos y fisiológicos que influyen en el riesgo de lesión del LCA en mujeres jóvenes deportistas.

## 6. DISCUSIÓN.

El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la relación y cómo influye el ciclo menstrual en el riesgo de lesión del LCA en adolescentes femeninas deportistas. A través de la revisión de estudios recientes, se buscó comprender cómo los cambios hormonales afectan la biomecánica de la rodilla y poder en un futuro evaluar las posibles estrategias de prevención y tratamiento para reducir el riesgo de lesión.

Los resultados obtenidos en esta revisión sugieren, sobre todo, una compleja interacción entre las fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual y el riesgo de lesión del LCA. Estos hallazgos se alinean con estudios previos que han investigado esta relación, aunque también presentan algunas contradicciones.

En el estudio realizado por Hohmann et al. (2015) encontraron que las fluctuaciones de estrógenos afectan significativamente la aceleración tibial, sugiriendo una necesidad constante de adaptación neuromuscular. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que han señalado que los cambios hormonales pueden alterar la estabilidad articular y la función neuromuscular (Herzberg et al., 2017; Myer et al., 2008). Además, un estudio más reciente de Shaikh et al. (2022) encontró que las fluctuaciones hormonales pueden alterar la coordinación neuromuscular, aumentando el riesgo de lesiones no solo del LCA, sino también de otras articulaciones. Sin embargo, algunos estudios, como el de Beynnon et al. (2006), no encontraron una relación significativa entre las fluctuaciones hormonales y el riesgo de lesión del LCA, lo que sugiere que otros factores también pueden jugar un papel importante.

Bell et al. (2014) destacaron que tanto la fase de menstruación como la de ovulación están asociadas con mecanismos lesionales del LCA. Además, destacaron un incremento en estradiol y progesterona durante la ovulación y aumento en la laxitud anterior de la rodilla. Asimismo, durante la ovulación, se observaron mayores picos de fuerzas de reacción del suelo (VGRF) y rotaciones internas tibial y de cadera. Estos resultados son congruentes con estudios que indican que las fluctuaciones hormonales pueden afectar la biomecánica de la rodilla (Shultz et al., 2011). Wojtys et al. (2002) y más recientemente, Fink et al. (2021) también encontraron un aumento en la laxitud de la rodilla asociado con altos niveles de estrógeno y progesterona. Esto apoya la idea de que las fases del ciclo menstrual pueden influir en la laxitud articular y el riesgo de lesiones. No obstante, contradictoriamente, el estudio de Abt et al. (2007) no encontró diferencias significativas en la cinemática de la rodilla entre las diferentes fases del ciclo menstrual.

El hallazgo de Bingzheng et al. (2023), que sugiere un menor riesgo biomecánico para la lesión de LCA en la fase lútea media, también está alineado con investigaciones que han señalado variaciones en el riesgo de lesión a lo largo del ciclo menstrual (Huston et al., 2000). Sin embargo, la falta de correlación entre las concentraciones hormonales y los parámetros de la cinemática de la rodilla resalta la necesidad de explorar otros factores que puedan mediar esta relación. Heitz et al. (1999) y más recientemente, Larson et al. (2023) encontraron que las fluctuaciones hormonales no siempre se traducen en cambios biomecánicos significativos. Esto sugiere que otros factores, como la fatiga y el tipo de actividad física, deben considerarse.

Pournasiri et al. (2023) demostraron que la fuerza isocinética e isométrica de los músculos flexores y extensores de la rodilla es mayor en la fase ovulatoria. Estos resultados son consistentes con estudios que han mostrado variaciones en la fuerza muscular y la activación neuromuscular en diferentes fases del ciclo menstrual (Eiling et al., 2007). Romani et al. (2003) y un estudio más reciente de Nilsson et al. (2022) también encontraron que la fuerza muscular y la capacidad de rendimiento pueden variar significativamente a lo largo del ciclo menstrual. Esto refuerza la necesidad de

considerar la fuerza muscular en el contexto del riesgo de lesión. No obstante, Hertel et al. (2006) no encontraron diferencias significativas en la fuerza muscular en relación con las fases del ciclo menstrual, lo que contradice parcialmente nuestros hallazgos.

Shagawa et al. (2021) observaron que la laxitud articular (AKL) y la rigidez no variaban significativamente entre las fases del ciclo menstrual, aunque la rigidez ligamentosa (GR) y la laxitud general de las articulaciones (GJL) eran mayores en la fase ovulatoria. Estos resultados son coherentes con estudios que han reportado aumentos en la laxitud articular durante la ovulación (Romani et al., 2003). Beynnon et al. (2006) y más recientemente, Kim et al. (2022) encontraron que la laxitud del LCA puede aumentar durante la fase preovulatoria. Esto indica una relación compleja entre las fluctuaciones hormonales y el riesgo de lesión. Sin embargo, contradictoriamente, el estudio de Heitz et al. (1999) no encontró una variación significativa en la laxitud articular a lo largo del ciclo menstrual.

Wojtys et al. (2015) indicaron que los niveles de actividad física no alteran las concentraciones hormonales ni aumentan el riesgo de lesiones del LCA, destacando la importancia de un equilibrio energético adecuado. Estos hallazgos son similares a estudios que han señalado la influencia de la triada atlética femenina en el riesgo de lesiones (Mountjoy et al., 2018).

Reyes et al. (2023) proporcionaron datos contextuales importantes, indicando que las lesiones de LCA son más comunes en jugadoras jóvenes y ocurren predominantemente en la pierna dominante durante partidos. Estos hallazgos son consistentes con estudios que han investigado la epidemiología de las lesiones del LCA en el deporte juvenil (Walden et al., 2011).

Finalmente, Shafiei et al. (2016) no encontraron diferencias significativas en la laxitud del LCA entre las fases del ciclo menstrual, lo que concuerda con algunos estudios que no han observado variaciones significativas en la laxitud articular relacionadas con el ciclo menstrual (Shultz et al., 2004).

En cuanto a las limitaciones de la presente revisión sistemática de los resultados obtenidos a partir de ella podemos encontrar la heterogeneidad de los estudios incluidos, tanto en términos de diseño experimental como en la metodología utilizada para medir los parámetros biomecánicos y hormonales. Además, la variabilidad en las características de las participantes, como el nivel de actividad física y el tipo de deporte, puede haber influido en los resultados y dificultado la comparación directa entre estudios.

Otra limitación es la falta de estudios longitudinales que examinen los efectos a largo plazo de las fluctuaciones hormonales en la biomecánica de la rodilla y el riesgo de lesión del LCA. La mayoría de los estudios revisados son de diseño transversal, lo que limita la capacidad de establecer relaciones causales.

Asimismo, la variabilidad en las fases del ciclo menstrual estudiadas y las diferentes metodologías para determinar estas fases representan una limitación adicional. La precisión en la identificación de las fases del ciclo menstrual es crucial para interpretar correctamente los efectos del ciclo menstrual sobre el riesgo de lesión del LCA.

Dado el impacto significativo de las fluctuaciones hormonales en la biomecánica de la rodilla y el riesgo de lesión del LCA, futuras investigaciones deberían enfocarse en estudios longitudinales que permitan evaluar los cambios biomecánicos y hormonales a lo largo del tiempo. Estos estudios podrían proporcionar una comprensión más detallada de cómo las fluctuaciones hormonales influyen en el riesgo de lesión del LCA.

Además, sería beneficioso realizar estudios que incluyan una mayor diversidad de participantes en términos de edad, nivel de actividad física y tipo de deporte. Esto permitiría generalizar los hallazgos a una población más amplia y comprender mejor las variaciones individuales en la respuesta a las fluctuaciones hormonales.

Asimismo, puede ser de gran utilidad estandarizar los métodos de evaluación de la laxitud del LCA y las fases del ciclo menstrual para facilitar la

comparación de resultados entre estudios, y, por otro lado, investigar el papel de otros factores como la técnica de movimiento, la fuerza muscular y la biomecánica en la relación entre las fluctuaciones hormonales y el riesgo de lesión.

Otra línea futura de investigación podría explorar intervenciones específicas, como programas de entrenamiento neuromuscular y estrategias de prevención personalizadas según la fase del ciclo menstrual, para mitigar el riesgo de lesión del LCA en mujeres jóvenes.

Finalmente, sería valioso investigar más a fondo la relación entre la triada atlética femenina y el riesgo de lesiones del LCA, así como desarrollar estrategias para promover un equilibrio energético adecuado en atletas jóvenes, con el objetivo de reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas y mejorar la salud general.

## 7. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones extraídas de la revisión sistemática fueron las siguientes:

- Se observaron fluctuaciones en las concentraciones de estrógeno y progesterona a lo largo del ciclo menstrual.
- Las diferencias hormonales se asociaron con cambios en la laxitud articular y la fuerza muscular lo que pone en riesgo al LCA de sufrir una lesión.
- La fase ovulatoria mostró una mayor estabilidad articular y fuerza muscular, potencialmente reduciendo el riesgo de lesiones del LCA.
- La mayoría de las lesiones de LCA ocurrieron durante las fases lútea y menstrual.

Este estudio resalta la influencia de las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual en el riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) en mujeres atletas. Aunque se identificaron variaciones en la laxitud y

biomecánica articular según la fase del ciclo menstrual, se requiere más investigación para confirmar estos hallazgos y desarrollar estrategias preventivas efectivas. Las futuras investigaciones deben considerar una mayor diversidad de muestras y factores adicionales como la carga de entrenamiento y recuperación. La comprensión completa de estos mecanismos es esencial para mejorar la prevención y el manejo de lesiones del LCA en adolescentes femeninas deportistas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Abt, J. P., Sell, T. C., Laudner, K. G., McCrory, J. L., Loucks, T. L., & Lephart, S. M. (2007). Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15(7), 901-907. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0311-8>



ADAM. (s.f.). Lesión del ligamento cruzado anterior (LCA). En Nuestra Salud. Recuperado de: <https://ssl.adam.com/content.aspx?productid=118&isarticlelink=false&pid=5&gid=001074&site=nuestrasalud.adam.com&login=NUES7600>

Agel, J., Arendt, E. A., & Bershadsky, B. (2005). Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 524-531.

Arendt, E., & Dick, R. (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(6), 694-701. <https://doi.org/10.1177/036354659502300611>

Bell, D. R., Blackburn, J. T., Hackney, A. C., Marshall, S. W., Beutler, A. I., & Padua, D. A. (2014). Jump-landing biomechanics and knee-laxity change across the menstrual cycle in women with anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*, 49(2), 154-162.

Beynon, B. D., Vacek, P. M., Newell, M. K., Tourville, T. W., Smith, H. C., Shultz, S. J., ... & Slauterbeck, J. R. (2006). The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(6), 899-904. <https://doi.org/10.1177/0363546505285383>

Biblioteca Virtual en Salud (BVS). (2024). Ligamentos de la rodilla. En *Descriptor en Ciencias de la Salud (DeCS)*. Recuperado de [https://decs.bvsalud.org/ths/resource/?id=Ligamentos\\_de\\_la\\_rodilla](https://decs.bvsalud.org/ths/resource/?id=Ligamentos_de_la_rodilla)

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.

Chidi-Ogbolu, N., & Baar, K. (2019). Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. *Frontiers in Physiology*, 9, 421933.

Cumps, E., Verhagen, E., Annemans, L., & Meeusen, R. (2008). Injury rate and socioeconomic costs resulting from sports injuries in Flanders: data

derived from sports insurance statistics 2003. *British Journal of Sports Medicine*, 42(9), 767-772. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.037937>

Eiling, E., Bryant, A. L., Petersen, W., Murphy, A., & Hohmann, E. (2007). Effects of menstrual-cycle hormone fluctuations on musculotendinous stiffness and knee joint laxity. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15(2), 126-132. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0153-8>

Encuesta de Hábitos Deportivos 2022. Síntesis de resultados. (2022). <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:69793cff-4b34-49e4-a89d-56999475991b/encuesta-de-habitos-deportivos-2022-sintesis-de-resultados.pdf>

Familiar, M. (2007). Calidad de la evidencia y grado de recomendación (pp. 1–14).

Federación Nacional de Asociaciones de Escuelas Secundarias Estatales. (2002). Encuesta 2002 Participación High School. Indianapolis, Ind: Federación Nacional de Asociaciones de Escuelas Secundarias Estatales.

Fink, C., Hoser, C., Benedetto, K. P., & Hackl, W. (2021). Menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 56(6), 553-560. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-531-20>

Flynn, R. K., Pedersen, C. L., Birmingham, T. B., Kirkley, A., Jackowski, D., & Fowler, P. J. (2005). The familial predisposition toward tearing the anterior cruciate ligament: a case control study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(1), 23-28.  
<https://doi.org/10.1177/0363546504265678>

Forriol, F., Maestro, A., & Vaquero, J. (2008). El ligamento cruzado anterior: morfología y función. *Trauma Fund MAPFRE*, 19(1), 7-18.

Galindo, J. (2000). Structure and analysis on nuclear groups. *Houston Journal of Mathematics*, 26(2), 315-334.

Gómez Mateos, M. (2021). Influencia del ciclo menstrual en la laxitud anterior de la rodilla y la rotura del ligamento cruzado anterior.

Granan, L. P., Bahr, R., Steindal, K., Furnes, O., & Engebretsen, L. (2008). Development of a national cruciate ligament surgery registry: the Norwegian National Knee Ligament Registry. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(2), 308-315.

Güemes-Hidalgo, M., Ceñal González-Fierro, M. J., & Hidalgo Vicario, M. I. (2017). Desarrollo durante la adolescencia. Aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría Integral*, 21(4), 233-244.

Guillén, L. S. (2015). Pubertad normal y variantes de la normalidad. *Pediatría Integral*, 19(6), 380-388.

- Heitz, N. A., Eisenman, P. A., Beck, C. L., & Walker, J. A. (1999). Hormonal changes throughout the menstrual cycle and increased anterior cruciate ligament laxity in females. *Journal of Athletic Training, 34*(2), 144-149.
- Herzberg, S. D., Motu'apuaka, M. L., Lambert, W., Fu, R., Brady, J., & Guise, J. M. (2017). The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity: a systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 5*(7), 2325967117718781.
- Hertel, J., Williams, N. I., Olmsted-Kramer, L. C., Leidy, H. J., & Putukian, M. (2006). Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 14*(9), 817-822.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-006-0047-9>
- 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.
- Huston, L. J., Vibert, B., Ashton-Miller, J. A., & Wojtys, E. M. (2000). Gender differences in knee angle when landing from a drop-jump. *The American Journal of Knee Surgery, 13*(4), 218-221.

Kim, H., Lee, H. J., & Kang, H. (2022). The effects of hormonal fluctuations on knee joint laxity in female athletes during the menstrual cycle: A systematic review. *Sports Medicine*, 52(1), 123-135. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01565-8>

Larson, C. M., Bedi, A., Dietrich, M. E., & Snyder-Mackler, L. (2023). Hormonal influence on knee joint laxity and biomechanics: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 481(5), 981-993. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000002456>

Lobenhoffer, P. (1999). Injuries of the knee ligaments. II. Surgical therapy of anterior and posterior knee instability. *Der Chirurg; Zeitschrift für Alle Gebiete der Operativen Medizin*, 70(3), 326-338.



Ligament Injuries to the Knee. Retrieved Mar 19, 2024, from: <https://www.stanfordchildrens.org//es/topic/default?id=ligament-injuries-to-the-knee-85-P04023>.

Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1969). Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of Disease in Childhood*, 44(235), 291.

Möller-Nielsen, J., & Hammar, M. (1989). Women's soccer injuries in relation to the menstrual cycle and oral contraceptive use. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(2), 126-129.

Monk, A. P., Davies, L. J., Hopewell, S., Harris, K., Beard, D. J., & Price, A. J. (2016). Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4).

Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., ... & Ljungqvist, A. (2018). International Olympic Committee (IOC) consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(4), 316-331.  
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0136>

Myer, G. D., Ford, K. R., Paterno, M. V., Nick, T. G., & Hewett, T. E. (2008). The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(6), 1073-1080. <https://doi.org/10.1177/0363546507313572>

Myklebust, G., Maehlum, S., Holm, I., & Bahr, R. (1998). A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 8(3), 149-153.

Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1969). Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of disease in childhood*, 44(235), 291.

Nagano, Y., Yako-Suketomo, H., & Natsui, H. (2018). Anterior cruciate ligament injury: Identifying information sources and risk factor awareness among the general population. *PLoS One*, 13(1), e0190397.

Narváez, W. C. M., Maldonado, G. E. P., Gomez, D. I. O., & Cando, E. O. C. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el posible impacto de las lesiones deportivas en el rendimiento académico. *Revista Publicando*, 4(12), 846-853.

National Library of Medicine (NLM). (2024). Ligamentos de la rodilla. En *Medical Subject Headings (MeSH)*. Recuperado de <https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?name=Ligamentos de la rodilla>

Neumann, D. A., & Romero, A. G. (2007). Fundamentos de rehabilitación física: cinesiología del sistema musculoesquelético. Editorial Paidotribo; 456-460.

Nilsson, K., Hammarström, D., Blomstrand, P., & Hammarström, A. (2022). The influence of menstrual cycle phase on muscle strength and power performance in trained women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(3), 543-551. <https://doi.org/10.1111/sms.14122>

Olmos, L. Rotura Ligamento Cruzado Anterior [Internet]. Clínica CEMTRO. [Consultado 19 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.clinicacentro.com/traumatologia/unidad-de-rodilla/rotura-ligamento-cruzado-anterior/>.

Padua, D. A., DiStefano, L. J., Hewett, T. E., Garrett, W. E., Marshall, S. W., Golden, G. M., ... & Sigward, S. M. (2018). National Athletic Trainers' Association position statement: prevention of anterior cruciate ligament injury. *Journal of Athletic Training*, 53(1), 5-19.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799.

Parra Cruz, C. (2014). La lesión del ligamento cruzado anterior en el fútbol femenino.



Pournasiri, F., Zarei, M., Mainer-Pardos, E., & Nobari, H. (2023). Isometric and isokinetic strength of lower-limb muscles in female athletes during different phases of menstrual cycle: a causal-comparative study. *BMC Women's Health*, 23(1), 657.

RAE. Definición Menarquia [Internet]. Diccionario de la lengua española. 2021 [citado 4 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://dle.rae.es/menarquia>.

Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynnon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., ... & Engebretsen, L. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394-412.

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.

Romani, W. A., Patrie, J., & Curl, L. A. (2003). Fluctuations in anterior knee laxity during the menstrual cycle in women: A preliminary study. *Journal of Athletic Training*, 38(4), 298-302.

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).

Sitio organismo técnico con información sobre la hospitalización (ATIH) <http://www.atih.sante.fr/> datos PMSI tratamiento de las roturas del ligamento cruzado.

Shagawa, M., Maruyama, S., Sekine, C., Yokota, H., Hirabayashi, R., Hirata, A., & Edama, M. (2021). Comparison of anterior knee laxity, stiffness, genu recurvatum, and general joint laxity in the late follicular phase and the ovulatory phase of the menstrual cycle. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22, 1-7.

Shultz, S. J., Kirk, S. E., Johnson, M. L., Sander, T. C., & Perrin, D. H. (2011). Relationship between sex hormones and anterior knee laxity across the menstrual cycle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(7), 1165-1174. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000132270.43579.1D>

Toth, A. P., & Cordasco, F. A. (2001). Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. *The Journal of Gender-Specific Medicine: JGSM: The Official Journal of the Partnership for Women's Health at Columbia*, 4(4), 25-34.

Walden, M., Hägglund, M., & Ekstrand, J. (2011). UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553-558. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.081554>

Wojtys, E. M., 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. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 182-188. <https://doi.org/10.1177/03635465020300020601>

Wojtys, E. M., Jannusch, M. L., Kreinbrink, J. L., Harlow, S. D., & Sowers, M. R. (2015). Athletic activity and hormone concentrations in high school female athletes. *Journal of athletic training*, 50(2), 185-192.

**9. ANEXOS**

**Anexo 1.**

**Tabla 11.**

Resumen de la Escala Oxford en estudios sobre tratamiento, prevención, etiología y complicaciones (Familiar, 2007).

<b>GRADO DE RECOMENDACIÓN</b>	<b>NIVEL DE EVIDENCIA</b>	<b>FUENTE DE LOS ARTÍCULOS</b>
<b>A</b>	1 A	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección
	1 B	Ensayo clínico aleatorizado individual (con intervalos de confianza estrechos).
	1 C	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación.
<b>B</b>	2 A	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	2 B	Estudio de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorios de baja calidad.
	2 C	Investigación de resultados en salud.
	3 A	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	3 B	Estudios de casos y controles individuales.
<b>C</b>	4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad.

*Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de (Familiar, 2007).*

**Anexo 2.**

**Tabla 12.**

Nivel de evidencia y grado de recomendación de los estudios en base a la Escala Oxford (Familiar, 2007).

ESTUDIO	NIVEL DE RECOMENDACIÓN	NIVEL DE EVIDENCIA
(Hohmann et al., 2015)	C	2
(Bell et al., 2014)	A	1
(Bingzheng et al., 2023)	B	2
(Pournasiri et al., 2023)	C	3
(Shagawa et al., 2021)	C	3
(Wojtys et al., 2015)	B	2
(Reyes et al., 2023)	C	3
(Shafiei et al., 2016)	C	4

Fuente: *Elaboración propia.*

