



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

# **REVISIÓN: INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS HORMONALES ENDÓGENOS SOBRE LAS LESIONES Y LA LAXITUD DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN MUJERES DEPORTISTAS**

Virginia Tabar Lusarreta

DIRECTOR: Alejandro Ferrer San Juan

VºBº Firma:

Pamplona- Iruña

Fecha: 30/06/2014

## RESUMEN

### **DISEÑO**

La presente revisión analiza de forma sistemática artículos, revisiones sistemáticas y meta análisis, realizados en mujeres deportistas con edad variable ( $\approx$  24 años).

### **ANTECEDENTES**

Las mujeres deportistas presentan una prevalencia de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), 4 a 8 veces mayor que los hombres, debido a múltiples causas entre las cuales destacan los factores hormonales que suceden durante el ciclo menstrual.

### **OBJETIVOS**

Investigar el rol que juegan las hormonas femeninas en la laxitud del LCA y la incidencia de lesión en las mujeres deportistas jóvenes.

### **METODOLOGÍA**

Búsqueda en las bases de datos pubmed, scopus y science direct introduciendo las palabras claves en (MesH) y limitando la búsqueda desde 1997 hasta 2014. Los estudios se valoraron mediante la escala PEDro.

### **RESULTADOS**

21 Artículos cumplieron los criterios de inclusión. De los cuales, 13 estudian la laxitud del LCA y el ciclo menstrual, 6 investigan los efectos del ciclo menstrual en la incidencia de lesión del LCA, y 2 adicionales se centran en factores neuromusculares.

### **CONCLUSIONES**

Las hormonas podrían jugar un papel fundamental en la lesión del LCA, evidenciando un mayor número de estas durante la fase preovulatoria. La laxitud del LCA también podría verse afectada por estas hormonas.

### **PALABRAS CLAVE**

“Lesión del LCA”, “Ciclo Menstrual”, “Laxitud de rodilla”.

ABSTRACT

**DESIGN**

This review analyze systematically, articles, systematic reviews and meta-analysis. All of them are realized to sport-women with a variable age ( $\approx$  24 years).

**BACKGROUND**

Sport-women present a higher injury incidence of anterior cruciate ligament (ACL), 4 to 8 times higher than men due to multiple factors, between which they emphasize the hormonal factors.

**AIMS**

To investigate the roll that feminine hormones play in the laxity and incidence of injury of the anterior cruciate ligament (ACL), in young sport-women.

**METHODS**

We have done the search principally in the databases pubmed, scopus and science direct introducing the key words in (MesH) and delimiting from the year 1997 to 2014. The studies were valued by the scale PEDro.

**RESULTS**

21 articles met the inclusion criteria. Of which, 13 study ACL laxity and the menstrual cycle, 6 investigated the effects of menstrual cycle on the incidence of ACL injury, and 2 additional focus on neuromuscular factors.

**CONCLUSIONS**

Hormones could play a role in ACL injury, showing more of these during the pre-ovulatory phase. ACL laxity can also be affected by these hormones.

**KEY WORDS**

“ACL injury”, “Cycle Menstrual”, “Knee Laxity”

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS A ALCANZAR .....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
RESULTADOS.....	15
DISCUSIÓN.....	33
FORTALEZAS Y DEBILIDADES .....	39
LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS Y CUESTIONES A MEJORAR .....	40
CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES .....	42
BIBLIOGRAFÍA .....	45
ANEXOS .....	48

## INTRODUCCIÓN

Cada vez son más las mujeres que participan en una gran variedad de deportes cada año, por lo cual se encuentran más expuestas a sufrir un mayor número de lesiones.

Parece que las mujeres presentan mayor riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA), en una proporción de 2 a 8 veces mayor que en los hombres participando en los mismos tipos de deportes que ellos (3). Especialmente, la lesión del LCA es la más común en los ligamentos de la rodilla (16). La naturaleza de estas lesiones, en el 70% ocurren durante un incidente de no contacto directo con otro jugador u objeto (Boden et al 2000) (22). También la mayoría de estas lesiones suceden en deportes que requieren maniobras de desaceleración rápida y brusca, cambios de dirección, aterrizaje tras un salto y maniobras en las cuales el pie sigue fijo en el suelo y se produce una rotación interna o torsión en valgo de la rodilla y flexión de rodilla aproximadamente a 20º que producen una mayor vulnerabilidad al situar a la articulación en una posición más inestable. (11)

Entre los deportes que más requieren este tipo de maniobras se encuentran el fútbol, baloncesto, esquí, tenistas y voleybal. Con respecto a los diferentes deportes, *Gray et al 1985* (13) concluyeron que la incidencia de lesión del LCA en las mujeres que practicaban baloncesto tenían cinco veces más posibilidad de sufrir lesiones que los hombres. *Ferretti et al 1992* (13) observaron que la incidencia de lesiones de LCA en voleibol era cuatro veces mayor en las mujeres que en los hombres. Del mismo modo *Malone et al 1993* (13) observaron que en jugadoras de baloncesto el ratio de lesiones era 6.2 veces mayor en las mujeres que en los hombres.

Estas diferencias tan grandes en la prevalencia de la lesión entre un sexo y el otro, han empujado a los investigadores a tratar de explicar esta diferencia mediante factores tanto intrínsecos como extrínsecos que pueden aumentar el riesgo de lesión en las mujeres. Estas suelen provocar una pérdida de la condición física del paciente y suelen requerir en la mayoría de las ocasiones una intervención quirúrgica para llevar a cabo la reconstrucción del ligamento y terapias de rehabilitación, lo que supone un coste económico muy elevado. Debido a esto es fundamental investigar sobre las causas que producen esta desproporcionada incidencia en las mujeres, actuar sobre ellas, e intentar desarrollar estrategias de prevención de la lesión en un futuro.

Entre todas las investigaciones realizadas actualmente, no se establece un consenso concluyente sobre la definitiva etiología de esta discrepancia de lesión entre sexos. Han sido propuestas y estudiadas las siguientes teorías: factores anatómicos, factores neuromusculares y biomecánicas y factores hormonales.

En cuanto a los factores anatómicos es relevante el ángulo Q (debido a las diferencias en la estructura pélvica y el alineamiento de la extremidad inferior, las mujeres tienen mayor ángulo Q, por lo tanto mayor genu valgo de rodilla, que puede ser un factor predisponente a sufrir la lesión) (34). Otra teoría anatómica que se presenta en la mayor predisposición de lesiones en las mujeres, es el ancho de la escotadura intercondílea, que en mujeres es más pequeña (proporcional a la medida del LCA) que en hombres (25). A pesar de esto no hay un consenso definitivo sobre la relación que guardan estos factores

sobre la incidencia de lesión, por ello se sigue investigado en esta área actualmente. A pesar de esto, es muy difícil o casi imposible intervenir en esta área de factores anatómicos, por lo que nos centraremos en los factores neuromusculares y hormonales.

En cuanto a la relación de los factores neuromusculares y la lesión del LCA, se describe un aumento en la flexibilidad isquiosural de las mujeres y un desequilibrio importante entre la fuerza de los cuádriceps y los isquiosurales, además de los patrones de activación referentes a los dos sexos. Por ejemplo se ha visto que: las mujeres contraen el aparato extensor (cuádriceps) con una magnitud mucho mayor que el aparato flexor (isquiosurales) comparando con un hombre en una acción de aterrizaje (landing) (18). Las mujeres muestran mayor laxitud anterior de la tibia respecto al fémur y presentan menos fuerza en el aparato flexor que los hombres. Por lo que, en una acción específica que implique a la rodilla, las mujeres contraen primero el cuádriceps y los hombres los isquiosurales. Esta acción es perjudicial ya que los isquiosurales son agonistas del LCA, resistiendo la fuerza que daña el ligamento, mientras que el cuádriceps es antagonista y aumenta el daño en el LCA (24).

En relación a nuestra presente revisión sistemática, nos basaremos en el rol que juegan las hormonas en la predisposición de lesión del LCA, ya que es una gran área de investigación actualmente debido a que los niveles hormonales en los hombres permanecen constantes, mientras que las mujeres se encuentran expuestas a múltiples cambios en las hormonas endógenas durante el ciclo menstrual. También otro punto que estudiaremos en nuestra revisión es como afectan estas hormonas a la laxitud de la rodilla, lo que se traduce en la laxitud del LCA. La laxitud de la rodilla ha sido definida como una combinación entre la hiper movilidad de la articulación y la flexibilidad musculotendinosa, esta laxitud se mide como el desplazamiento anterior tibial con respecto al fémur durante la aplicación de una fuerza. (29)

Moller-Nielsen and Hammar (36) fueron los primeros en establecer una asociación entre las diferentes fases del ciclo menstrual y las lesiones en mujeres futbolistas. A partir de ellos se han realizado muchas investigaciones que han demostrado que las hormonas femeninas pueden influir en la composición y propiedades mecánicas del LCA. De este modo el estrógeno y la progesterona (también la testosterona, pero en menor medida), han sido las hormonas prioritarias para describir el perfil hormonal de una mujer.

Las búsquedas realizadas sugieren que el estrógeno y la progesterona pueden influir en el metabolismo y la estructura del colágeno, ya que estas hormonas han sido identificadas en el LCA humano (31). Por lo cual existe evidencia para sugerir que en un ligamento al estar expuesto a un aumento de estrógenos, existe un efecto antagonista sobre la proliferación de fibroblastos y síntesis de procolágeno que se acentúa de 3-7 días después de la administración de estos estrógenos (13).

También se ha observado que la capacidad de estas hormonas para ejercer su efecto en los tejidos blandos es dependiente de la concentración de esta que se encuentre circulando libremente, asimismo estas hormonas podrían influir en la laxitud de la rodilla, aumentando así la predisposición de lesión del LCA.

A continuación presentaremos el ciclo menstrual normal para observar las fluctuaciones hormonales durante las diferentes fases.

## Ciclo menstrual

El hipotálamo, la glándula pituitaria y el ovario son los encargados de mediar las interacciones hormonales, mientras que el útero se encuentra activo solamente en la reproducción y la menstruación (por lo que tiene un papel pasivo durante el ciclo menstrual). Normalmente cada ciclo menstrual dura unos 28 días pudiendo variar de 28-32 días de un sujeto a otro.

Comúnmente el ciclo menstrual se divide en tres fases diferentes: fase folicular, fase ovulatoria y fase lútea.

- 1) La fase folicular que empieza el mismo día de la menstruación, tiene una duración de 9 días (1-9 días), pero aún así es la fase más variable en tiempo. Durante este periodo, se empiezan a desarrollar en el ovario de 10 a 20 folículos llegando al final de esta fase a aumentar el diámetro del folículo mayor rápidamente, mientras que los demás se vuelven atrésicos.

En relación con las hormonas durante esta fase, coincidiendo con el desarrollo del folículo primario la concentración de la hormona luteizante (LH) aumenta. Esta hormona llega a su pico máximo justo 24 horas antes de la ovulación. Con respecto al estradiol y la progesterona en esta fase, los niveles se encuentran muy bajos y varían muy poco a lo largo de ella.

Aproximadamente tres días antes de la ovulación, los niveles de estrógeno empiezan a aumentar para alcanzar los niveles más altos de todo el ciclo menstrual. Esto marca el final de la fase folicular y desencadena la mayor concentración de la hormona luteizante (LH), (esta hormona puede detectarse por análisis de sangre u orina para determinar la ovulación) dando lugar la siguiente fase.

- 2) La fase ovulatoria se extiende durante un periodo de 5 días (día 10-14). Esta fase se caracteriza por una alta concentración de estradiol y baja de progesterona.
- 3) La última fase, conocida como fase lútea, tiene una duración del día 15 al final del ciclo menstrual, en esta fase el folículo se colapsa y se forma el cuerpo lúteo si no se ha producido la fecundación.

En cuanto a las hormonas se produce un aumento de los niveles de progesterona, los niveles de estrógeno decrecen durante los primeros días, pero después vuelven a aumentar a un nivel poco menor al de la progesterona. Cuando cesan los niveles de progesterona se vuelve a empezar el ciclo menstrual desencadenando el inicio de la menstruación.

- Volviendo a la concentración de estradiol (ya que ha sido una de las hormonas primordiales que pueden afectar al LCA), vamos a observar como varía de una fase a otra en un ciclo menstrual normal: en la fase folicular, el estrógeno es secretado alrededor de 60 µg/día, en la fase ovulatoria aumenta a una concentración de 400-900 µg/día y disminuye aproximadamente a 300 µg/día en la fase lútea.

- Los niveles de progesterona (otra hormona prioritaria que puede jugar un papel importante en el LCA), también fluctúan y durante la fase lútea alcanza su pico máximo que llega a 25mg/día.

Un punto importante a tener en cuenta en las investigaciones es que hay muchas variaciones en la concentración de hormonas del ciclo menstrual y la duración del mismo ciclo, pudiendo existir numerosos cambios intra sujeto e inter sujeto.

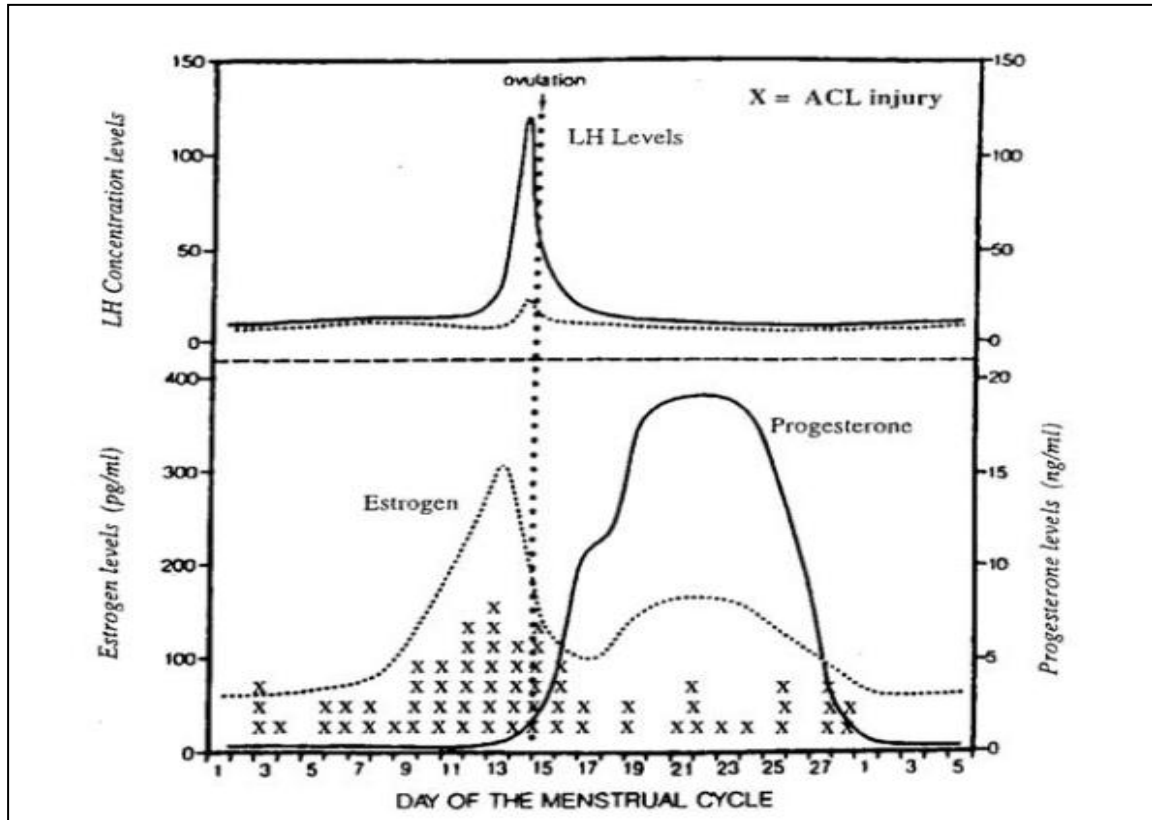


Figura 1. Fluctuación de las hormonas durante un ciclo menstrual entero. Hewett et al (15)

A continuación realizaremos una breve introducción anatómica del LCA así como su acción y las situaciones de susceptibilidad a la lesión del mismo.

### Breve introducción del LCA

El LCA es el ligamento principal de la rodilla que resiste el desplazamiento anterior de la tibia con respecto al fémur durante ejercicios dinámicos de la extremidad inferior. Este ligamento proporciona estabilidad en el plano transversal y frontal y también es un importante mediador de la información propioceptiva de la rodilla. Una disminución de esta estabilidad y propiocepción contribuyen a aumentar la incidencia de lesión del LCA.

El ligamento cruzado anterior es una estructura intraarticular y extrasinival que se extiende posteriormente y lateral de la eminencia intercondílea de la tibia a la parte posterior y medial del cóndilo lateral del fémur.



El LCA adopta una disposición helicoidal que proporciona una tensión adecuada del ligamento a través de todo su rango de movimiento. Está constituido por múltiples fascículos, regular y armónicamente orientados. Cada fibra tiene un único punto de origen e inserción, las fibras no son paralelas ni tienen la misma longitud y tampoco se encuentran bajo la misma tensión a lo largo de todo el arco de flexo extensión de la rodilla. Trabaja en conjunto con los músculos, especialmente con los isquiosurales para estabilizar la rodilla en varios planos.

El LCA es el ligamento más vulnerable de lesión cuando la rodilla está parcialmente en flexión en una posición en la que la tibia se encuentra internamente en una posición de valgo. (11) Esto es una posición muy frecuente en las mujeres que presentan mayor genu valgo que los hombres. También, se ha observado que un excesivo genu valgo predispone a desordenes en la articulación patelofemoral, aumentando el riesgo de lesión de LCA.

Es importante tener en cuenta que el desplazamiento anterior de la tibia se refiere a la laxitud anterior de la rodilla, la cual se describe como la laxitud del LCA ya que es el primer ligamento que resiste el movimiento. Al producirse mayor laxitud del LCA, no estabiliza la rodilla durante tareas dinámicas como situaciones de aterrizaje (landing) en las cuales las lesiones del LCA sin contacto ocurren más frecuentes (11). Por lo tanto la laxitud de la rodilla tiene una influencia importante sobre la lesión del LCA.

En consecuencia, el objetivo de esta revisión sistemática será investigar los cambios menstruales endógenos y la manera en la que afectan estos cambios sobre el LCA, tanto a la predisposición de lesión, como a la laxitud del ligamento.

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS A ALCANZAR

### **HIPÓTESIS**

Las variaciones en las hormonas, estradiol y progesterona podrían afectar a los cambios en la laxitud y la lesión del LCA en las mujeres, produciéndose mayor lesión y laxitud justo antes de la fase ovulatoria debido a que el estradiol alcanza la máxima concentración de todo el ciclo menstrual.

### **OBJETIVO PRINCIPAL:**

El objetivo principal de esta revisión sistemática es valorar las implicaciones que tienen las fluctuaciones de las hormonas femeninas endógenas en las lesiones del LCA y la laxitud anterior de la tibia respecto al fémur durante las diferentes fases del ciclo menstrual en las mujeres deportistas. Determinando si las hormonas femeninas, principalmente estrógenos y progesterona afectan al LCA, produciendo mayor riesgo de lesión y laxitud del mismo durante las diferentes fases del ciclo menstrual (fase folicular, fase ovulatoria y fase lútea), y decretar si en una fase específica existe mayor riesgo de lesión.

### **OBJETIVOS SECUNDARIOS:**

- La revisión sistemática realizada pretende ampliar el conocimiento en esta área para seguir investigando en ella y esclarecer las diferentes teorías hormonales que influyen a la lesión del LCA.
- Concretar las medidas necesarias tanto preventivas como terapéuticas para poder abordar esta lesión que tanto compromete el rendimiento de las mujeres deportistas.
- Ampliar el conocimiento actual en esta área y la influencia de las hormonas, tanto a nivel del LCA, o produciendo fluctuaciones en el patrón neuromuscular, la fuerza de los determinados músculos estabilizadores de rodilla, la propiocepción...

## MATERIALES Y MÉTODOS

### METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA DE DATOS

La búsqueda de datos la realizamos en tres bases de datos diferentes: MEDLINE a través de Pubmed, SCIENCE DIRECT y SCOPUS, utilizando como filtros para afinar la búsqueda el inglés y castellano principalmente como lengua y la fecha de publicación en los 17 años anteriores, desde 1997-2014. Las palabras clave fueron definidas en MeSH, y para pasarlas al castellano se utilizaron las correspondientes al castellano en DeCS. Utilizamos el operador booleano (AND/Y).

Otra manera de encontrar artículos para nuestra revisión fue mediante referencias cruzadas al ir leyendo artículos, por lo cual adjuntamos en nuestro trabajo aquellos que nos pudieran dar información relevante.

### CRITERIOS DE SELECCIÓN

Realizamos una búsqueda en las diferentes fuentes de datos especificadas anteriormente, en las que incluimos artículos de intervención y revisiones sistemáticas, hasta la fecha actual (2014), en la cual hayan investigado sobre el ciclo menstrual y la lesión y laxitud del ligamento cruzado para observar la evidencia que encontramos en la literatura.

Con el fin de obtener una búsqueda lo más adaptada al tema posible incorporamos una serie de criterios de inclusión:

#### Participantes

- ➔ Muestra: Utilizaremos una muestra igual o mayor a 10 sujetos y serán excluidos los artículos que presenten una muestra menor.
- ➔ Género: femenino, pero el grupo control podría ser masculino para poder diferenciar la laxitud anterior (desplazamiento de la tibia con respecto al fémur).
- ➔ Edad: 16-40 años.
- ➔ Sólo deben realizarse los estudios a humanos.  
-A pesar de ellos hemos incluido algún estudio en la bibliografía en el cual se estudian ratones, con el fin de determinar cómo influyen en las propiedades del LCA las diferentes hormonas femeninas, pero en nuestros resultados no están incluidos.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Las mujeres deben de ser **eumenorreicas** (todas deben tener un ciclo menstrual normal. Se considera normal el ciclo menstrual que dure entre 28-35 días.
- Todas **deben ovular** todos los meses durante el estudio, sino se descartarán.
- Deben de ser **deportistas**, dedicándose tanto al deporte de competición, o al recreativo, como hobby, pero siempre presentando una actividad física regular.

- No deben presentar historia de **embarazo**.
- No deben tomar **anticonceptivos** u otras hormonas estimulantes en los 6 meses previos al estudio.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Presentar diferentes **disfunciones menstruales** como amenorrea.
- **IMC** (Índice de masa corporal) >30kg/m<sup>2</sup>
- También se excluirán las mujeres menopáusicas o premenopáusicas.
- Historias de **enfermedades metabólicas** (como diabetes mellitus)

En nuestra búsqueda, hayamos varios artículos que tienen una muestra de personas muy reducida, (n<20 personas), esta sería una muestra muy limitada ya que tendría un margen de error muy grande, por lo cual sería conveniente no incluirlos, pero con el fin de que nuestra búsqueda no sea muy escueta los incluiremos en nuestra revisión.

- Encontramos dos tipos de estudios diferentes:

-En unos de ellos evaluamos la laxitud anterior de la rodilla, definida como el desplazamiento anterior de la tibia con respecto al fémur, durante las diferentes fases menstruales. En este tipo de estudios tendremos como criterios de inclusión, además de los especificados anteriormente, el presentar una rodilla sin lesión (mínimo), para poder realizar las distintas mediciones en la rodilla no lesionada.

-En el otro tipo de estudio, para saber el momento determinado del ciclo menstrual que se produjo la lesión de LCA por no contacto, debemos presentar como criterios de inclusión una rodilla lesionada a causa de este tipo de mecanismo.

### **PALABRAS CLAVE EN INGLES (KEYWORDS)**

Las palabras claves que incluimos en la búsqueda son las siguientes:

- ACL injury
- Knee laxity
- Cycle menstrual

### **PALABRAS CLAVE EN CASTELLANO**

- Lesión del ligamento cruzado anterior.
- Laxitud anterior de rodilla
- Ciclo menstrual

## BÚSQUEDA DE ARTÍCULOS Y BASES CIENTÍFICAS

### MEDLINE (PUBMED)

- 1) "ACL injury" [MeSH] → **4135** resultados encontrados a cerca de la lesión de LCA.
- 2) "Cycle menstrual" [MeSH] → **23556** resultados relacionados con el ciclo menstrual.
- 3) "Knee laxity" [MeSH] → **2258** resultados asociados a laxitud anterior de rodilla.
- 4) "ACL injury" [MeSH] AND "Cycle menstrual" [MeSH] → **30** resultados incluyen con estos dos términos.
- 5) "Knee laxity" [MeSH] AND "Cycle menstrual" [MeSH] → **34** resultados que concluyen sobre la laxitud anterior de rodilla y el ciclo menstrual.
- 6) "Knee laxity" [MeSH] AND "Cycle menstrual" [MeSH] AND "ACL injury" [MeSH] → **10** resultados encontramos.
- 7) Acotamos la búsqueda desde 1997-2014 → **10** resultados.

De estos 10 resultados válidos para nuestro estudio, leyendo los artículos descartamos 3 e incluimos en nuestra revisión sistemática **7**, siendo uno de ellos una revisión sistemática.

Todos estos artículos fueron importados al RefWorks para guardar las referencias bibliográficas.

Debido a que en nuestro tema presentamos artículos que tratan tanto de la laxitud de la rodilla como de la lesión de la rodilla asociada al ciclo menstrual, hemos encontrado estos dos tipos de artículos con las tres palabras claves mencionadas anteriormente y también hemos tenido que reducir a dos palabras clave, tanto "ACL Injury and Cycle menstrual", como "Knee laxity" and "Cycle menstrual" para amplificar nuestras posibilidades de búsqueda. Por ellos, tras leer el abstract de todos hemos escogido 11 artículos con dos palabras clave (**8** artículos con las palabras clave ACL injury + cycle menstrual y **3** artículos con las palabras clave knee laxity + cycle menstrual).

En un total, en la base de datos Pubmed, hemos seleccionado en base a nuestros criterios de reclutamiento, **17** artículos.

SCIENCE DIRECT

- 1) "ACL injury" [MeSH]→**8992** resultados encontrados
- 2) "Cycle menstrual" [MeSH]→ **59776** resultados
- 3) "Knee laxity" [MeSH]→ **8974** resultados
- 4) "ACL injury" [MeSH] + "Cycle menstrual" [MeSH]→ **215** resultados encontrados
- 5) "Knee laxity" [MeSH]+ " Cycle menstrual" → **267** resultados
- 6) "Knee laxity" [MeSH] AND "Cycle menstrual" [MeSH] AND "ACL injury" [MeSH]→ **117** resultados
- 7) Limitamos la búsqueda desde 1997-2014→ **115** resultados

De estos 117 resultados presentes en la búsqueda tras leer el título y el abstract de todos ellos, escogimos **10** resultados finales válidos para nuestro estudio, pero uno de ellos después lo excluimos debido a que se trata de un estudio realizado en mujeres que no practican deporte regularmente, por lo que no cumplen los requisitos de inclusión de nuestra revisión y nos quedamos finalmente con **9**.

SCOPUS

- 1) "ACL injury" [MeSH]→ **5847** resultados
- 2) "Cycle menstrual" [MeSH]→ **38094** resultados
- 3) "Knee laxity" [MeSH]→ **3010** resultados
- 4) "ACL injury" [MeSH] AND "Cycle menstrual" [MeSH]→ **201** resultados
- 5) "Knee laxity" [MeSH] AND "Cycle menstrual" [MeSH]→ **106** resultados
- 6) "Knee laxity" [MeSH] AND " Cycle menstrual" [MeSH] AND "ACL injury" [MeSH]→ **84** resultados
- 7) Acotamos la búsqueda del año 1997-2014→ **84** resultados.

De estos 84 artículos, sólo seleccionamos **1 válido** para nuestra revisión que cumplía los criterios de selección.

En las consultas realizadas no se ha encontrado ningún artículo en castellano, por lo cual nos limitaremos a incluir en nuestra revisión aquellos artículos en inglés.

- También realizamos búsqueda en La librería Cochrane para encontrar alguna revisión sistemática fructífera para nuestro estudio pero no hubo ningún resultado con las palabras clave

#### **OTRAS METODOLOGIAS**

Además de los artículos obtenidos anteriormente en las diferentes bases bibliográficas, conseguimos otros artículos acordes a nuestro tema mediante referencias cruzadas. Leyendo los artículos conseguidos, observamos citas que nos interesan y por ello vamos recurrimos al artículo referenciado. De esta manera adquirimos **8 artículos más**.

Con todo lo visto anteriormente, contamos con un total de 21 artículos vinculados con nuestro tema para ser analizados en nuestra revisión. Además disponemos de 3 revisiones sistemáticas que no incluiremos en nuestro estudio pero que utilizaremos en el apartado de discusión.

Además de estos artículos, hemos utilizado otros 11 artículos que nos han aportado información relevante a la hora de realizar el trabajo (introducción y conclusiones).

- Para evaluar la calidad metodológica de las tres revisiones sistemáticas encontradas (Hewett et al 2000 <sup>(14)</sup>, Zazulak et al 2006 <sup>(36)</sup> y Belanger et al 2013 <sup>(5)</sup>, nos basaremos en la escala CASPe, una escala muy útil para evaluar este tipo de estudios, la cual se basa en 10 preguntas diferentes que permite valorarlas. Las tres revisiones utilizadas para nuestra revisión alcanzan un buen resultado en esta escala obteniendo en todas ellas a tener un 9/10 de puntuación, por lo que serán una herramienta muy útil en nuestra revisión. Ver ANEXO 1

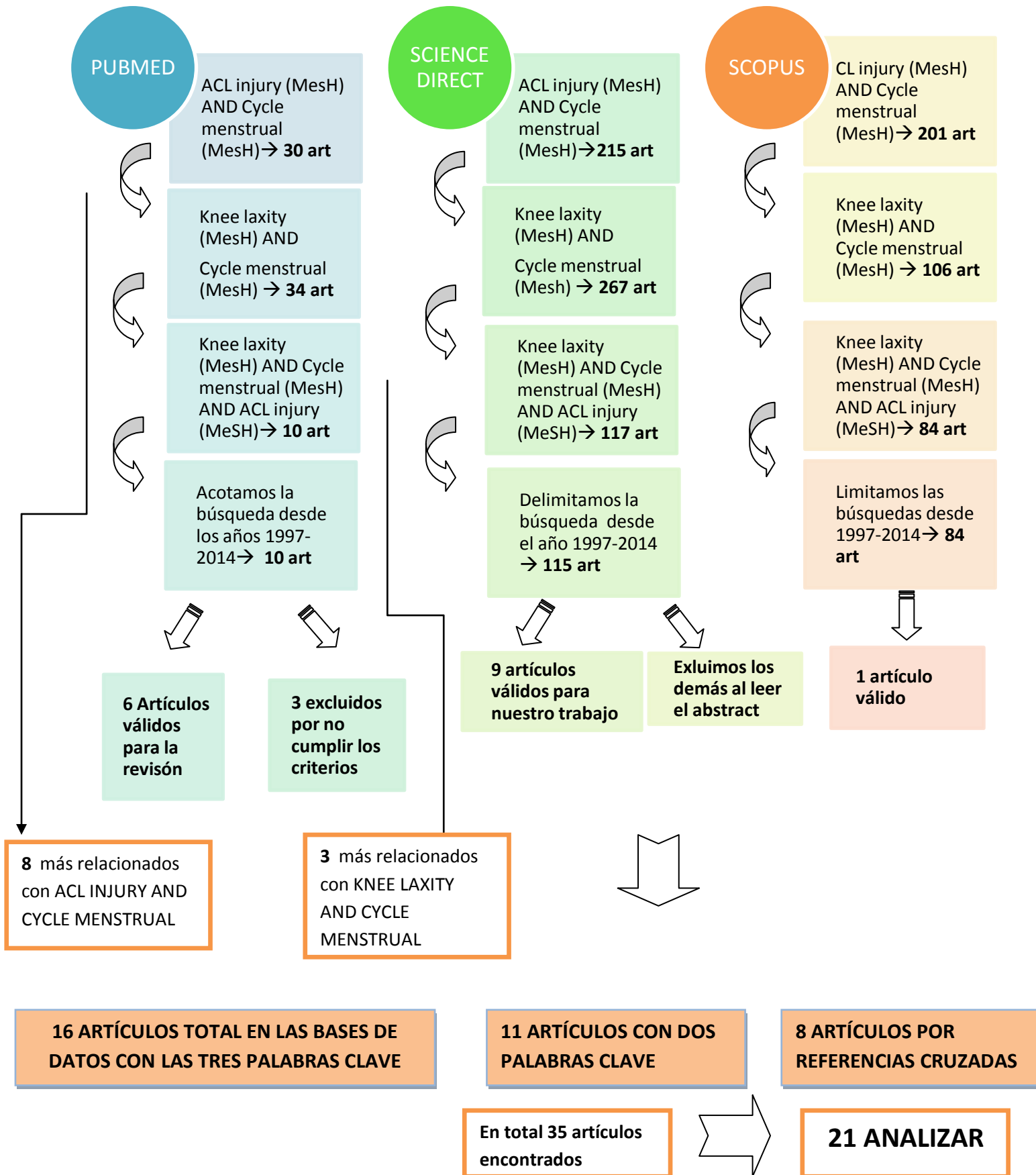


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de artículos. Elaboración propia.



## CALIDAD METODOLÓGICA DE LOS ESTUDIOS

- Para valorar la calidad metodológica de nuestros estudios, recurriremos a la escala de rigor PEdro, (Tabla 1) la cual evalúa tanto la validez interna como la validez externa de los artículos presentes en nuestro estudio. El cómputo total es de 11, valorando diferentes aspectos con respecto a la validez de ese estudio.

De acuerdo con la presente escala una respuesta positiva para cada uno de los criterios del 2º al 11º sumaría un punto, alcanzando un valor del 0 al 10

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL	Validez interna	Validez externa
Karageanes et al 2000 <sup>(17)</sup>	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	6/10	4/8	1/1
Deie et al 2002 <sup>(10)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3/10	2/8	1/1
Wojtys et al 2002 <sup>(35)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Slauterbeck et al 2002 <sup>(31)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3/10	2/8	1/1
Van Lunen et al 2003 <sup>(32)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Romani et al 2004 <sup>(5)</sup>	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10	3/8	1/1
Belanger et al 2004 <sup>(5)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Shultz et al 2004 <sup>(28)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Beynnon et al 2005 <sup>(7)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	4/10	3/8	1/1
Shultz et al 2005 <sup>(29)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Beynnon et al 2006 <sup>(6)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5/10	3/8	1/1
Pollard et al 2006 <sup>(23)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Hertel et al 2006 <sup>(13)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Eiling et al 2007 <sup>(11)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3/10	2/8	1/1
Abd et al 2007 <sup>(1)</sup>	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	5/10	3/8	1/1
Hicks-Little et al 2007 <sup>(16)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Adachi et al 2008 <sup>(2)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
Ruedl et al 2009 <sup>(27)</sup>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10	3/8	1/1

<b>Park et al 2009</b> <sup>(21)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
<b>Shultz et al 2011</b> <sup>(30)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1
<b>Lefevre et al 2013</b> <sup>(19)</sup>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10	2/8	1/1

**Tabla 1: Evaluación calidad metodológica escala Pedro. Elaboración propia**

- ⇒ Como podemos observar en la tabla 1, las puntuaciones que alcanzan los artículos no son muy altas, debido a que, con respecto a la validez interna la mayoría de los artículos no presentan una asignación oculta, ya que todos poseen unas características propias para incluirse en el estudio (deben estar lesionados o deben ser mujeres eumenorreicas...), no se realizan estudios randomizados, por lo tanto la validez interna es escasa.
- ⇒ Dos de los estudios presentes obtuvieron un 6 en la escala Pedro (Tabla 2), por lo que son considerados de bajo riesgo de sesgo (5,17). Los restantes 19 estudios (1,2,6,7,10,11,13,16,19,21,23,26,27,28,29,30,31,32,35) puntuaron por debajo del 6 en la misma escala, por lo cual tienen un alto riesgo de sesgo destacando entre las limitaciones mas importantes como hemos dicho la falta de grupo control en casi todos ellos, ocultamiento inadecuado, asignación aleatoria de los grupos.
- ⇒ Otro punto importante a destacar en nuestro trabajo es que varios artículos no presentan grupo control como indicamos en el punto anterior, debido a que comparan entre diferentes fases del ciclo menstrual en las mujeres y evalúan el momento de la lesión o el desplazamiento anterior tibial en la fase folicular, ovulatoria y lútea. Un grupo control masculino tampoco aportaría suficiente información debido a que esas fluctuaciones hormonales no se producen en ellos, y tampoco discriminaría entre fases de la regla. Por ello en los estudios que se presenta un grupo control, tienen especial importancia para comparar la laxitud entre hombres y mujeres pero no con otro fin para estipular los factores endógenos menstruales determinantes.

## RESULTADOS

A continuación vamos a elaborar un análisis detallado de todos los estudios realizados sobre nuestro tema y objetivos planteados anteriormente, con el fin de realizar una revisión sistemática de la literatura y obtener los resultados correspondientes a cerca de la materia planteada.

Finalmente, hemos seleccionado 21 artículos con respecto a la lesión y laxitud del LCA durante las diferentes fases del ciclo menstrual, los cuales analizaremos y extraeremos la información pertinente de los diferentes artículos. Estos se presentan según la fecha de publicación de los mismos en orden creciente (VER TABLA 3).

De estos 21 artículos, 13 se basaban en la laxitud anterior de la rodilla (5,7,10,11,13,16,17,21,23,26,28,29,32), y otros 6 se referían al momento exacto del ciclo menstrual en el que se produjo la lesión (2,6,19,27,31,35) otro se trataba de las variaciones intrasujeto del ciclo menstrual<sup>(30)</sup> y el último de los factores neuromusculares<sup>(1)</sup>.

Los sujetos eran todas mujeres que participaban de algún modo en actividad física tanto a nivel de hobby como nivel de alto rendimiento deportivo, pero todas ellas en los estudios debían realizar actividad física, ya que se consideraba un criterio de selección imprescindible para poder participar en todos los estudios.

El desplazamiento anterior de la tibia fue medido en todos los estudios mediante una fuerza directa en la tibia con el artrómetro KT-1000 o KT-2000 en una posición en decúbito supino a 25º o 30º de flexión de rodilla y siempre estabilizando las piernas con unas cinchas para evitar la rotación anormal de las piernas.

Referencia	Objetivo	Participantes/Condiciones	Métodos	Principales medidas tomadas	Resultados principales/Conclusiones	Limitaciones	Escala Pedro
Karageanes et al 2000 (17)	Identificar si se produce un cambio significativo en la laxitud del LCA en las mujeres adolescentes atletas durante las diferentes fases del ciclo menstrual	26 mujeres (52 rodillas) , participaban en 5 deportes diferentes  Edad: 15.65 años± 0.98 (14-18 años)  <b>Criterios de inclusión:</b> -Eumenorreicas desde por lo menos 6 meses antes -Ciclo menstrual regular (26-30 días) -Consistencia y duración normal (4-7 días) -No lesión de LCA -Menarquía hace mas de 1 año -No anticonceptivos nunca.  <b>Criterios de exclusión:</b> -Algún test positivo (estrés en varo y valgo, Mc Murray, Lachman anterior, Apley) -Diferencia de 3mm entre derecha e izquierda	Durante 8 semanas  El promedio de medidas cogidas por rodilla fue de 12.77 (6-21 medidas)  Cuestionario para calcular los ciclos menstruales.  14 días atrás del inicio menstruación para saber ovulación- 3 días antes para saber fase preovulatoria.  KT1000 a 89 N. Se tomaron las medidas antes de realizar deporte.	Artrómetro KT1000  Cuestionario del ciclo menstrual	No se encontraron diferencias significativas entre la laxitud del LCA y las diferentes fases del ciclo menstrual.  Si hubo diferencias significativas entre la rodilla derecha e izquierda.( > fase ovulatoria)	KT 1000 medido por dos operadores  -Manera de detectar la ovulación.	6
Deie et al 2002 (10)	Determinar si la laxitud del LCA en las mujeres cambian durante el ciclo	16 mujeres  Edad: 21-23 años( 21.6años) No anticonceptivos Ciclo menstrual regular (28±4 días)	2 o 3 veces/semana medidas durante 4 semanas en las mujeres.  KT-2000 a 89N y 134N.	Artrómetro KT1000  Temperatura basal del cuerpo  Análisis de	En hombres no hubo diferencias significativas del desplazamiento anterior en las 3 semanas que se tomaron las medidas.	Las descripciones del método, ya que el autor no objetivó como las mujeres fueron clasificadas en la fase menstrual.	3

	menstrual	8 hombres (grupo control)	<p>En las mujeres se midió:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La temperatura</li> </ul> <p>Con análisis de sangre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Estrógenos</li> <li>-Progesterona</li> </ul> <p>Se realizaron 342 medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→158 de la fase folicular</li> <li>→56 fase ovulatoria</li> <li>→128 fase lútea</li> </ul> <p>En los hombres realizaron medidas 4 veces/semana durante 3 semanas. 144 medidas</p>	sangre para la concentración de hormonas.	En las mujeres e desplazamiento anterior > en la fase folicular que en la ovulatoria y lútea tanto a 89 como 134N.	No indicaron que día empezaron a tomar las medidas.	
Wojtys et al 2002 <sup>(35)</sup>	Determinar si existe asociación entre la fase menstrual y la lesión del LCA	<p>69 mujeres con lesión de LCA fueron entre la lesión y 24 horas después-4. Estudio de 2 años.69-3 excluidas por ciclo irregular-1 por tomar un antiestrógeno para el cáncer.=65 mujeres</p> <p>Edad: 28±10 años (15-46)</p> <p>51→ No anticonceptivos</p> <p>14→ Anticonceptivos</p>	<p>Para determinar el momento de la lesión: análisis de orina y cuestionario</p> <p>Análisis de orina dos veces:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Día de lesión</li> <li>-1º día menstruación</li> </ul>	<p>Análisis de orina para determinar: estrógeno, progesterona, LH, creatina</p> <p>Cuestionario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Día de lesión y mecanismo</li> <li>-Frecuencia de participación deportiva durante el</li> </ul>	<p>Las diferentes fases menstruales están fuertemente asociadas con la susceptibilidad de las mujeres atletas a sufrir lesión del LCA.</p> <p>En mujeres que no toman anticonceptivos se produce &gt; lesión en la ovulación y &lt; en la fase lútea</p>	<p>Bajo número de mujeres tomando anticonceptivos</p> <p>Discrepancia entre los análisis de orina y el cuestionario.</p>	4

				mes. -Ciclo menstrual (frecuencia, regularidad, día última menstruación, cantidad, anticonceptivos)			
Slauterbeck et al 2002 (31)	Determinar si las lesiones del LCA ocurren aleatoriamente o se relacionan con una fase específica del ciclo menstrual	38 mujeres atetas con lesión de LCA.  Estudio de 3 años  Participantes completaron: -Cuestionario definiendo la lesión -El último periodo -Colegio -Previa lesión de rodilla -Algún tipo de anticonceptivo	Muestra de saliva antes de las 72 horas de la lesión.(30ml) para medir el estrógeno y la progesterona  RMN para confirmar la lesión  25 lesiones → fase folicular 1 lesión → fase ovulatoria 11 lesiones → fase lútea	Muestras de saliva Estrógeno Progesterona	Las lesiones del LCA ocurren más frecuentemente en los días 1 y 2 de la menstruación, sugiriendo que la lesión no es aleatoria, y ocurre con > frecuencia en la menstruación, cuando hay baja concentración de hormonas	-El uso de muestras de saliva para detectar las hormonas.	<b>3</b>

<p>Van Lunen et al 2003 (32)</p>	<p>Determinar si la laxitud del LCA está asociada con las concentraciones de las diferentes hormonas durante el ciclo menstrual y determinar si el KT2000 es una buena técnica comparando con radiografías</p>	<p>12 mujeres, pierna derecha dominante y no historia de lesión.</p> <p>Edad: 24.3±4.9 años                  Altura: 157.0±5.4cm                  Peso:65.3±11.0Kg</p> <p><b>Criterios de inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pierna derecha dominante (chutar un balón)</li> <li>-No historia de lesión</li> <li>-No anticonceptivos anteriores 3 meses</li> </ul>	<p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Inicio de la menstruación</li> <li>-Cerca de la ovulación</li> <li>-El día 23 (fase lútea media)</li> </ul> <p>Análisis de sangre</p> <p>KT-2000→133N</p> <p>2 radiografías: DS</p> <p>1º Antes de realizar el desplazamiento</p>	<p>Análisis de sangre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Estrógenos</li> <li>-Estradiol</li> <li>-Progesterona</li> <li>-Testosterona</li> <li>-LH</li> <li>-FSH</li> </ul> <p>KT-2000</p> <p>Radiografías</p> <p>Kit de ovulación para detectarla</p>	<p>No se encontraron asociaciones entre la fase folicular, ovulatoria y lútea dependiendo de la concentración de hormonas y la laxitud del LCA medido con el KT-2000 y radiografías</p> <p>Se encontraron diferencias significativas entre el KT2000 y las radiografías</p>	<p>Dos examinadores realizaron las medidas con el artrómetro.</p>	<p>4</p>
<p>Romani et al 2003 (26)</p>	<p>Determinar la relación entre estradiol, estrona, estriol, progesterona, SHBG y la resistencia (stifness) del LCA durante las diferentes fases menstruales</p>	<p>32 mujeres (-6 no cumplieron criterios de inclusión, -3 no cumplieron el protocolo, - 1 embarazada y -2 )= 20 sujetos</p> <p>Edad: 25.9±5.1 años                  Altura: 166.2±8.4 cm                  Peso: 71.5 ±25.9 Kg</p> <p><b>Criterios de inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Edad entre los 18 y 40 años</li> <li>-Ciclos menstruales regulares (28-32 días en los 3 meses previos)</li> <li>-Tener intacto los ligamentos colaterales y cruzados.</li> <li>-Realizar ejercicios mínimo 3 días/semana durante 20 minutos</li> </ul>	<p>Fueron asignadas en 3 grupos al azar:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1-Empezó el protocolo el día de la menstruación</li> <li>2-Empezó cerca a la ovulación</li> <li>3-Entre los días 22-24 del ciclo menstrual.</li> </ol> <p>Se testó a todos en estos días</p> <p>Cuestionario de registro del deporte</p> <p>KT-2000 (1 hora antes no hacer</p>	<p>Análisis de sangre en las 24 horas posteriores a la ovulación y los días 22 y 24.</p> <p>Kit de ovulación para detectarla</p> <p>Cuestionario de registro del deporte</p>	<p>No se encontraron diferencias significativas entre las hormonas femeninas durante el ciclo menstrual y la laxitud de la rodilla.</p>	<p>-Sólo fueron examinadas durante un ciclo menstrual</p> <p>-El ciclo menstrual puede no producir cambios en un mes pero si con el tiempo.</p>	<p>6</p>

		<p>cada día.</p> <p><b>Criterios de exclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ciclos menstruales irregulares</li> <li>-Uso de anticonceptivos</li> <li>-Historia de embarazo</li> <li>-Problemas médicos que puedan influenciar el ciclo menstrual</li> <li>-Fumadoras</li> <li>-Deportistas de alto rendimiento</li> <li>-Tener lesiones previas en la rodilla: ligamentosas, capsulares, tendinosas, meniscos...</li> </ul>	<p>ejercicio) a 89N y 134 N DS→30º FX</p>	<p>KT2000 artrómetro</p>			
<p>Belanger et al 2004 <sup>(5)</sup></p>	<p>Determinar si la laxitud de la rodilla varía con las diferentes fases menstruales antes o después del ejercicio.</p>	<p>27 mujeres atletas-7 fallos con la Tº-2 no ciclo menstrual regular= 18 mujeres</p> <p>Edad: 20.4±3.3 años Longitud menstrual: 28.9±4.1 días</p> <p><b>Criterios de inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Examen de rodilla normal</li> <li>-Ser activa físicamente</li> </ul> <p><b>Criterios de excusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Amenorreica o ciclos irregulares</li> <li>-Lesión de LCA</li> <li>-Examen anormal de rodilla</li> </ul>	<p>Estudio realizado durante diez semanas.</p> <p>Cuestionario de ciclo menstrual</p> <p>Los ciclos se normalizaron todos a 28 días realizando una proporción entre las fases.</p> <p>KT-2000 2 veces/semana antes y después del ejercicios</p> <p>DS-25º fx a 89 (anterior) y 134 N (posterior)9</p>	<p>Temperatura para determinar la ovulación (+0.5º)</p> <p>Formulario de su historia menstrual</p> <p>KT2000</p> <p>Protocolo de ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bicicleta durante 20 min a 80 rpm</li> </ul>	<p>No se encontraron diferencias significativas entre la laxitud anterior en las diferentes fases menstruales (4.6mm,4.8mm y 4.7mm)</p> <p>No se encontraron diferencias en la laxitud anterior antes o después del ejercicio</p> <p>Si hubo diferencia significativa (P&lt;0.05) en la translación anterior de la tibia entre pierna derecha e izquierda. &gt; Izda. un 38%</p>	<p>-Protocolo de ejercicios suave comparando con los deportes que practican</p> <p>-Temperatura para determinar la ovulación</p> <p>-Normalizar el ciclo menstrual</p>	<p>4</p>



				a 685 W resistencia.  5 minutos del final del ejercicio a retestar			
Shultz et al 2004 <sup>(28)</sup>	Conocer la relación entre las hormonas femeninas y la laxitud anterior de rodilla durante el ciclo menstrual	25 mujeres no atléticas-3 que fueron excluidas= 22 mujeres  Edad: 18-30 años IMC<30 kg/m2 Eumenorreicas (28-32 días)  <b>Criterios de inclusión:</b>  -No historia de embarazo  -No anticonceptivos ( 6 meses previos)  -No fumadoras  -No historia de enfermedades que afecten al tejido conectivo  -Tener las dos rodillas sin lesión  -Actividad física <7 horas/semana  <b>Criterios de exclusión:</b>  -Ciclos anovulatorios de 3 días (en el kit progesterona no llega a 3ng/ml)	KIT de ovulación para detectar el inicio de la ovulación, descartar embarazo y tener una referencia común para empezar y acabar la recogida de datos.  Se empieza el 1º día ovulación o en el inicio de la menstruación.  Fueron testadas todos los días durante 1 ciclo menstrual entero.  KT-2000 DS-25ºfx. Se midió 5 veces y las 3 últimas fueron válidas. 46 90N y 133N-  133 N fue seleccionada para el estudio ya que es la más común clínicamente.	Kit de ovulación para detectarla  KT2000  Análisis de sangre para analizar:  -Estradiol  -Progesterona  -Testosterona	La influencia de las hormonas femeninas en las propiedades biomecánicas de las rodillas aumenta la laxitud.  Aumento de la laxitud de la rodilla en las mujeres con las fluctuaciones de hormonas.  + pronunciada cerca del final de la fase lútea y al inicio de la menstruación, probablemente debido a una respuesta retardada en el aumento de estradiol en la fase media lútea.	-Dos personas midiendo con el KT-2000  -Pueden existir variaciones de ciclo a ciclo ( mejor testar durante 3 meses)	4
Beynon et al 2005 <sup>(7)</sup>	Medir estradiol (E2) y progesterona (P4) y la laxitud de la rodilla y el	93 sujetos en total pero de estos sólo:  17 mujeres eumenorreicas  17 hombres (grupo control)	Mujeres identifican ciclo menstrual con un OVUQUICK TEST  -Se toman 5 medidas que corresponde con las diferentes	Muestras de sangre para ver E2 y P4.  KT-1000	Las mujeres tienen > laxitud en la rodilla comparando con los hombres pero no diferencias significativas P=0.1	El alto nivel de personas excluidas por ciclo anovulatorio.  La manera de recoger el	4

	<p>ligamento durante el ciclo menstrual en mujeres comparando con hombres (grupo control)</p>	<p><b>Excluidos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Historia de lesión de tobillo o rodilla</li> <li>-Fractura</li> <li>-Historia de enfermedad metabólica.</li> <li>-Sujetos que toman estrógeno o progesterona exógenos.</li> </ul> <p>No consta edad</p>	<p>fases del ciclo menstrual a lo largo del mes</p> <p>Visita 1: día 1-3</p> <p>Visita 2: día 11-13 (pico E2)</p> <p>Visita 3: 20-22 (pico P4)</p> <p>Visita 4: 27-28</p> <p>Visita 5: repetición 1-3</p> <p>Los hombres a intervalos similares</p> <p>KT1000-DS a 30° fx 90-130N</p> <p>Dos análisis diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mujeres y hombres</li> <li>-Mujeres diferentes fases del ciclo menstrual.</li> </ul>		<p>&gt; laxitud de rodilla en fase 1 y 2, pero sin diferencias significativas</p> <p>La laxitud de la rodilla relacionado con los factores hormonales no cambia durante el ciclo menstrual</p>	<p>cuestionario (auto).</p>	
<p>Shultz et al 2005<sup>(29)</sup></p>	<p>Investigar la influencia de las hormonas en la laxitud de la rodilla diferenciando entre sexos.</p>	<p>22 mujeres eumenorreicas por lo menos en los 6 meses anterior</p> <p>Edad: 23±3.55 años                  Altura: 163.4±5.6cm                  Peso: 78.2±11.1                  IMC: 23.7±2.7</p> <p><b>Criterios de inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No historia de embarazo</li> <li>-No anticonceptivos en los 6 meses anteriores</li> <li>-No fumadora</li> </ul>	<p>Se midió en análisis de sangre:</p> <p>Progesterona</p> <p>Testosterona</p> <p>Estradiol</p> <p>1 mes completo testando a las mujeres</p> <p>1 vez/semana durante 4 semanas a los hombres porque no cambian las hormonas.</p>	<p>Kit de ovulación para detectarla</p> <p>KT2000</p> <p>Hormonas</p>	<p>Las mujeres &gt; laxitud en la rodilla que los hombres, y esta diferencia varía dependiendo el día del ciclo menstrual.</p> <p>Las mujeres &gt; laxitud en el día 5 de la menstruación, día 1-4 al principio de la fase lútea y día 1.2.4 y 5 del final de la fase lútea → Cuando el estradiol estaba aumentado</p>		<p>4</p>

		<p>-Dos rodillas sin lesión previa</p> <p>-No condiciones médicas que afecten al tejido</p> <p>-Actividad física de 7 horas o menos/semana</p> <p><b><u>Criterios de exclusión:</u></b></p> <p>-Ciclo anovulatorio durante 3 día o más del estudio</p> <p>20 hombres</p> <p>Edad: 23.3±2                  Altura:181.5±7.cm                  Peso: 78.2±11.1                  IMC:23.7±2.7</p>	<p>Se midió la laxitud con un artrómetro KT2000, en DS 25ºfx. (46-89-133N)</p> <p>Se marcaron los siguientes procedimientos:</p> <p>-Inicio de fase lútea:                  Progesterona&gt;2ng/ml</p>				
Beynon et al 2006 <sup>(6)</sup>	Determinar la relación entre la fase menstrual y la lesión del LCA	<p>Total: 91 mujeres</p> <p>46 mujeres lesionadas con lesión en LCA</p> <p><b><u>Criterios de inclusión:</u></b></p> <p>-Ciclos menstruales regulares en los 12 meses anteriores</p> <p>-Lesiones de rodilla concomitante (LCL, LCM, LCP, meniscos, y lesiones del cartílago)</p> <p><b><u>Criterios de exclusión:</u></b></p> <p>-Dislocación de la rodilla</p> <p>-Previa operación de la rodilla</p> <p>-Historia de esguince ligamento grado 2 y 3</p> <p>-Enfermedad metabólica</p>	<p>Análisis de sangre para medir las concentraciones de progesterona estradiol como máx. Después de 2 horas de la lesión.</p> <p>Cuestionario con los siguientes contenidos:</p> <p>-Participación atlética en el esquí (novato, intermedio, avanzado, experto)</p> <p>-Historia de lesión</p> <p>-Historia menstrual (Wojtys et al)</p>	<p>RMN para confirmar la lesión del LCA</p> <p>Progesterona</p> <p>Estradiol</p> <p>Cuestionario</p>	<p>De las 46 mujeres lesionadas → 74% fase preovulatoria</p> <p>El riesgo de sufrir una lesión del LCA aumenta durante la fase preovulatoria comparando con la postovulatoria (P=0.027)</p> <p>La proporción de riesgo es 3/1</p>	<p>No tuvieron un kit de ovulación para detectar el día exacto de la lesión.</p>	5

		<p>-Embarazada o previamente embarazada</p> <p>-Uso terapia hormonal complementaria</p> <p>-Postmenopausia</p> <p>-Menstruaciones irregulares</p> <p>45 mujeres no lesionadas (Grupo control)</p> <p>Entre los dos grupos no difieren en edad (P=0.37), altura (P=0.85) y peso (P=0.09), tampoco en el inicio de la menstruación, el número de menstruaciones los 12 meses anterior y la cantidad de as menstruaciones.</p>					
Pollard et al 2006 <sup>(23)</sup>	<p>Investigar el efecto del género, de los estrógenos y del ejercicio en la laxitud anterior de rodilla en individuos activos físicamente.</p>	<p>12 mujeres sin lesión de rodilla</p> <p>Todas las mujeres han tenido que participar en deportes como baloncesto, fútbol, balonmano y hockey.</p> <p><b><u>Criterios de inclusión:</u></b></p> <p>-Ejercicio moderado (4veces/semana, 45 minutos durante 2 meses anteriores mínimo)</p> <p>-No anticonceptivos 6 meses antes</p> <p>-Eumenorreicas (27-31 días)</p> <p><b><u>Criterios de exclusión:</u></b></p> <p>-Si no han participado en deportes a nivel universitario.</p> <p>12 hombres sin lesión de rodilla</p>	<p>En el laboratorio una sesión para familiarizarse con el KT-1000.</p> <p>DS-25º fx, 89 N, 3 medidas consecutivas.</p> <p>Ovulation kit para detectarla</p> <p>Las mujeres empiezan la toma de datos al inicio de la menstruación o en ovulación, dependiendo cual fuera primero.</p> <p>5 tomas de datos:</p> <p>-Inicio menstruación</p> <p>-10 y 12 días del inicio</p>	<p>KT1000 artrómetro</p> <p>Análisis de sangre (5ml) para determinar la concentración de estrógenos</p> <p>Protocolo de ejercicio:</p> <p>-Cinta de correr durante 15 minutos. (1er día 3 minutos para determinar ejercicio "moderado-alto" en la</p>	<p>Mujeres &gt; laxitud en la rodilla que en los hombres tanto antes del ejercicio como después en todo el ciclo menstrual.</p> <p>El ejercicio aumenta la laxitud e a rodilla.</p> <p>La fluctuación de estrógeno a lo largo de todo el ciclo menstrual no modifica la laxitud de rodilla.</p>	<p>-Muestra pequeña para detectar diferencias</p> <p>-No se tomaron medidas justo antes de la ovulación</p>	4

			(principio fase folicular) - 7 y 9 días post ovulación  En los hombres se realizaron 3 tomas de datos siguiendo el mismo protocolo.	escala de Borg.  -Después de correr 3 ejercicios de extremidad inferior.			
Hertel et al 2006 <sup>(13)</sup>	Investigar los cambios que se producen en el control neuromuscular y la laxitud de la rodilla durante el ciclo menstrual en mujeres no lesionadas	20 atletas femeninas-6 (no ovularon)= 14 atletas  Edad:19.3±1.3 años Altura: 163.6±8.5 cm Peso: 59.4±6.8 Kg  <b><u>Criterios de inclusión:</u></b> -Eumenorreicas (28-35 días) -No anticonceptivos	Duración de dos meses.(análisis de orina todos los días durante el 2º mes)  Se testó durante: -Fase media folicular( 4-7 días antes ovulación) -Ovulatoria (2 días después de ovulación) -Fase media lútea (7-10 días después ovulación)  KT1000-133N	Análisis de orina para detectar: -Estradiol -Progesterona  KT-1000 artrómetro Kit de ovulación para detectarla  Se mide: -Laxitud de rodilla -Control postural (plataforma de fuerza) -Fuerza muscular de cuádriceps e isquiosurales (isocinético)	El control neuromuscular y la laxitud de rodilla no cambia significativamente durante el ciclo menstrual por las fluctuaciones de estrógeno y progesterona	-El test de ovulación no coincide en todos los sujetos con el mismo día de la ovulación  -La batería de ejercicios puede ser que no correspondan específicamente al mecanismo de defensa que protege al LCA.	4

				<p>- Propiocepción (isocinético)</p>			
<p>Eiling et al 2007 <sup>(11)</sup></p>	<p>Investigar si las hormonas afectan a la laxitud de la rodilla y a los cambios en la rigidez musculoten dinosa a lo largo del ciclo menstrual.</p>	<p>11 mujeres (Todas jugaban a vóleybol por un mínimo de 5 años, 2 horas/semana mínimo)</p> <p>Edad: 16.3±0.65 años                  Altura:164.12±6.2cm                  Peso:60.72±6.3Kg</p> <p><b>Criterios de inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ciclos menstruales normales</li> <li>-Menarquía hace &gt; 1 años</li> <li>-No anticonceptivos</li> <li>-No historia lesión sería de la EI</li> <li>-Rango articular normal (ROM)</li> </ul>	<p>Todas rellenaron un cuestionario de su ciclo menstrual durante 3 meses antes y después de testar.</p> <p>KT-2000→ DS 30<sup>º</sup>fx a 134 N                  3 veces</p> <p>Se testó e as 4 fases del ciclo menstrual.</p> <p>1<sup>º</sup> día menstruación                  Fase folicular media                  Día ovulación                  Fase lútea media</p>	<p>Análisis de sangre para determinar hormonas LH,FSH, estrógenos y progesterona</p> <p>KT-2000</p> <p>Cuestionario de Carter y Wilkinson.</p> <p>Plato de fuerza, pierna dominante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calentamient o durante 5 minutos en la bicicleta a 50W</li> <li>-10run-ups</li> <li>-Aterrizajes</li> </ul> <p>Sujetos tenían que dar un</p>	<p>No se encontraron diferencias significativas del efecto del ciclo menstrual en la laxitud anterior de rodilla durante las diferentes fases.</p> <p>MTS decreció significativamente después del calentamiento realizado</p> <p>MTS fue significativamente más baja durante la fase ovulatoria comparando con el inicio de la menstruación y la fase folicular media.</p>	<p>-Baja edad de la muestra</p> <p>-No hubo un kit de ovulación para detectarla</p>	<p>3</p>

				salto unilateral e plataforma de fuerza a una frecuencia de 2.2hz.--> seleccionados 3 saltos			
Abd et al 2007 <sup>(1)</sup>	Determinar si los cambios en las hormonas estradiol y progesterona alteran la coordinación fina motora, estabilidad postural, fuerza de la rodilla y la cinemática de la articulación en la menstruación, post ovulatoria y mediados de fase lútea.	<p>10 mujeres activas físicamente</p> <p>Edad: 21.4±1.4 años                  Altura: 1.67±0.06m                  Peso:59.9±7.4</p> <p>No toman anticonceptivos, eumenorreicas y ovulatorias</p> <p><b>Fueron seleccionadas por:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Historia de lesión</li> <li>-Prácticas nutricionales</li> <li>-Disfunciones menstruales</li> <li>-Actividad física</li> <li>-Disfunción de la tiroides</li> </ul> <p><b>Criterios de exclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Progesterona en la fase lútea media (&lt;10ng/MI)</li> <li>-Historia de lesión de rodilla o de a extremidad inferior antes de los 6 meses.</li> <li>-Desorden alimentario</li> <li>-Disfunciones menstruales</li> </ul>	<p>Se testaron 3 días del ciclo menstrual durante dos meses (1º mes familiarización y 2º recogida de datos)</p> <p>1→Día de la menstruación                  2→ 24-36 h después ovulación                  3→ Día 21-23</p> <p>Se midió:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Coordinación fina motora</li> <li>-Fuerza de la rodilla</li> <li>-Biomecánica de la rodilla</li> <li>-Estabilidad postural en una pierna</li> <li>-Estradiol</li> <li>-Progesterona</li> </ul> <p>-Kit de ovulación para detectarla</p>	<p>Análisis de sangre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Estradiol</li> <li>-Progesterona</li> </ul> <p>Coordinación fina motora</p> <p>Estabilidad postural</p> <p>Fuerza de los isquiosurales y cuádriceps</p> <p>Flexión de rodilla y valgo</p> <p>Flexión y momento de valgo a la fuerza proximal máxima de tibia.</p>	<p>No se encontraron diferencias significativas en las 3 fases de la regla debido a las fluctuaciones de progesterona y estradiol con respecto a las características neuromusculares y biomecánicas.</p>	<p>-Muestra pequeña de mujeres</p> <p>-Se tomaron 3 medidas durante el ciclo menstrual, mejor sería más medidas.</p>	5

<p>Hicks-Little et al 2007 (16)</p>	<p>Observar las diferencias del desplazamiento anterior de la tibia en mujeres atletas colegiadas en diferentes fases de la regla</p>	<p>53 mujeres, atletas</p> <p>Edad: 18-23 años No historia lesión rodilla</p> <p>Normal ciclo menstrual (28-30 días)</p> <p>Documentar si toma o no anticonceptivo</p> <p>28 no anticonceptivo grupo control 25 anticonceptivos</p> <p>Diferentes deportes: hockey, fútbol, piscina, baloncesto...</p>	<p>Se testó el día 1, 13 y 23 del ciclo menstrual.</p> <p>-Desplazamiento anterior de la tibia KT 1000</p>	<p>Laxitud de la rodilla KT1000</p>	<p>No se encuentran diferencias significativas entre el grupo control y el no control pero si &gt; laxitud en la fase ovulatoria y lutea</p> <p>-El ciclo menstrual tiene influencia sobre la laxitud de la rodilla.</p> <p>-&gt; desplazamiento fase ovulatoria y lutea</p>	<p>-No se realizan análisis de sangre para identificar las concentraciones hormonales</p> <p>-No cuantifican el día exacto de la ovulación con un Kit de ovulación</p>	<p>4</p>
<p>Adachi et al 2008 (2)</p>	<p>Determinar si a lesión del LCA sin contacto, ocurre aleatoriamente o en una fase específica del ciclo menstrual, los mayores riesgos, y determinar si los síntomas premenstruales y menstruales influyen en</p>	<p>37 de las cuales 18 mujeres con lesión de ICA completaron un cuestionario durante 3 meses.</p> <p>Edad: 16.2 años (11-18 años) 17 de 18 deportes competitivos 1 deporte recreativo</p> <p><b>Criterios de inclusión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mujeres adolescentes</li> <li>-Lesión sin contacto</li> <li>-No historia de embarazo</li> <li>-No uso de anticonceptivos</li> <li>-Ciclos menstruales regulares desde los 6 meses pasados 25 y 30 días)</li> </ul>	<p>RMN para confirmar las lesiones</p> <p>Cuestionario menstrual de Wojtyś et al:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Edad</li> <li>-Peso</li> <li>-Altura</li> <li>-Historia menstrual (frecuencia, regularidad, día de la última regla, anticonceptivos, síntomas premenstruales y menstruales)</li> </ul>	<p>Uso de cuestionario para identificar la fase menstrual cuando ocurrió a lesión</p> <p>13 de 18 lesiones en la fase ovulatoria— 72% de las lesiones</p>	<p>Las atletas femeninas tienen &gt; % de lesiones de LCA durante la fase ovulatoria y &lt; durante otras fases, además los síntomas premenstruales y menstruales no afectan al nivel subjetivo de actividad física.</p> <p>Las hormonas pueden contribuir a la lesión del LCA</p>	<p>-Bajo número de muestra</p> <p>-Uso del cuestionario para identificar la fase menstrual cuando ocurrió la lesión</p>	<p>4</p>



	las lesiones.	Fueron excluidas: 11 más de 20 años 7 irregulares 1 lesión contacto					
Ruedl et al 2009 <sup>(27)</sup>	1) Investigar el efecto de los anticonceptivos orales 2) comparar la incidencia de lesión en la fase preovulatoria y postovulatoria	Mujeres esquiadoras de la temporada 2006/2007-2007/2008  136 (102 siguieron criterios de inclusión) 93 mujeres <b>Criterios de inclusión:</b> -Lesión de LCA -Anticonceptivos o no anticonceptivos <b>Criterios de exclusión:</b> -Menopausia -Medicamentos estimuladores de hormonas  93 mujeres no lesionadas (Grupo control)	Las mujeres esquiadoras fueron tratadas en la clínica que se encontraba cerca de las pistas de ski.	MRN para diagnosticar la lesión  Cuestionario: -Edad -Peso -Altura -Previa lesión de ambas piernas.  Otro cuestionario desarrollado por Wojtys et al:  Wojtys` et al: -Edad -Peso	La lesión de LCA > en la fase preovulatoria. Diferencias significativas P=0.028  Usar anticonceptivos orales no está asociada con la lesión de LCA	-No se puede excluir una selección de esquiadores  -Clasificación del ciclo menstrual usando un cuestionario  -No se tienen en cuenta los dos tipos de anticonceptivos  -Pocos sujetos en el estudio ( menos de 100)	55

				-Altura -Historia menstrual (frecuencia, regularidad, día de la última regla, anticonceptivos, síntomas premenstruales y menstruales)			
Park et al 2009 <sup>(21)</sup>	Determinar si los cambios en las concentraciones de las hormonas influyen en la laxitud y stiffness de la rodilla	26 mujeres (la mayoría de ellas participan en deporte como hobbies. Edad: 22.7±3.3 años Altura: 170.1±7.1 cm Peso: 65.0±9.3 kg IMC: 22.4±2.5 kg/m <sup>2</sup> Ciclo menstrual: 28.9±2.7 días Nivel de actividad: 8.7±4.4 horas/semana  <b>Criterios de inclusión:</b> -No lesión previa de rodilla -Nunca haber estado embarazada -Eumenorreica (28 días aprox) -No tomar anticonceptivos orales	Análisis de sangre en las 3 diferentes fases menstruales (folicular, ovulación y lútea)  KT-2000 artrómetro en los 3 días de los análisis de sangre.	Análisis de sangre para determinar los niveles de: -Estradiol -Progesterona  KT-2000  Cuestionario menstrual	Niveles bajos de hormonas (estradiol y progesterona) en la fase folicular y mayores en la fase lútea.  > Laxitud de rodilla a 89N en la ovulación comparando con la fase lútea.  La máxima laxitud durante la ovulación excedió la máxima laxitud durante la fase folicular.	-Muestra pequeña -Método de testar: los estudios no son bien definidos para aclarar las fases menstruales. Mejor usar kit de ovulación	4

<p>Shultz et al 2011<sup>(30)</sup></p>	<p>Observar si las diferentes hormonas durante el ciclo menstrual varían de un ciclo a otro en diferentes mujeres para reducir variaciones intra-individuales</p>	<p>60 mujeres                  Edad: 21.7±2.6 años                  Altura: 163.9±6.5 cm                  Peso: 60.3±8.5 Kg</p> <p><b><u>Criterios de inclusión:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividad física regular entre 2.5-10h</li> <li>-Ciclos menstruales normales entre 26-32 días.</li> <li>-No uso de anticonceptivos u otras hormonas</li> <li>- No historia de embarazo</li> </ul> <p><b><u>Criterios de exclusión:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-IMC&gt;30kg/m2</li> <li>-Historia de lesión de la rodilla</li> <li>-Fumadoras</li> </ul>	<p>Se testó durante dos meses seguidos en los siguientes periodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Menstruación (1-6 días)→M1-M6</li> <li>-Después de ovulación (1-8 días)→ L1-L8</li> </ul>	<p>Análisis de sangre para determinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Estradiol</li> <li>-Progesterona</li> <li>-Testosterona</li> <li>-SHBG</li> <li>-FAI</li> </ul> <p>Kit de ovulación para determinarla</p>	<p>El perfil hormonal fue similar los dos consecutivos meses. Lo cual reduce las variaciones intra individuales y mejora la objetividad de las medidas.</p>	<p>4</p>
<p>Lefevre et al 2013<sup>(19)</sup></p>	<p>Describir la distribución de lesiones del LCA en el ciclo menstrual en una muestra grande de mujeres esquiadoras (hobbies)</p>	<p>229 mujeres esquiadoras-57 excluidas (41 postmenopausia y 16 ciclos irregulares)=                  172 mujeres</p> <p>Edad: 34 ±8.7 años</p> <p>91/172-estaban esquiando por primera vez                  67/172-eskiaban 1vez/año                  12-eskiaban por lo menos 2veces/año</p> <p><b><u>Criterios de inclusión:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Lesión de LCA diagnosticada clínicamente</li> </ul>	<p>Cuestionario para identificar el periodo menstrual</p>	<p>Cuestionario:                  - Circunstancias del accidente                  -Nivel de actividad física                  -Ciclo menstrual (último día de su menstruación anterior y uso de anticonceptiv</p>	<p>58/172→fase folicular (33.72%)                  63/172→fase ovulatoria (36.63%)                  51/172→ fase lútea (29.65%)</p> <p>Existe una fuerte correlación entre la fase menstrual con la incidencia de lesión, siendo esta &gt; en la fase preovulatoria (folicular y ovulatoria) que postovulatoria (lútea). Fase preovulatoria 2.4 veces &gt;</p>	<p>-La falta de un grupo control                  -El ciclo menstrual fue estimado por un cuestionario</p> <p>4</p>

		-Eumenorreicas (26-30días) -Duración de menstruación entre 4-7 días		os)	que posovulatoria (70.3% comprando con 29.7%)		
--	--	--	--	-----	--	--	--

Tabla 2. Recogida de la información de los artículos analizados. Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática de la literatura vigente indica que el ciclo menstrual y los cambios hormonales que se producen durante todas las fases menstruales pueden tener un efecto en la predisposición a sufrir la lesión del LCA que tienen las mujeres, en una proporción espeluznantemente mayor que en los hombres. Por lo cual las hormonas femeninas, entre las cuales destacan el; estrógeno, progesterona, y la relaxina pueden favorecer la mayor tasa de lesión que se produce en las mujeres deportistas (14). Zazulak et al (36) realizó una revisión sistemática en 2006 parecida a la aquí presente, en la cual incluyó nueve estudios prospectivos diferentes en los que hablaba del efecto que produce el ciclo menstrual en la laxitud de rodilla, concluyendo que en 6 de ellos no se encontró ninguna asociación entre estos dos parámetros, mientras que en tres de ellos si se encontraron diferencias significativas. A pesar de ello Zazulak et al (36), sugirió que esos tres estudios eran muy superiores en metodología, diseño y consistencia comparando con los otros seis, por lo que concluyó que si podría existir una asociación positiva.

Hewett et al (14), también realizó otra revisión sistemática en el año 2007, pero en la cual investigó el riesgo de lesión del LCA en mujeres atletas, contando con un total de siete estudios de los cuales cinco de ellos sí que encontraron una relación positiva con la lesión del LCA y el ciclo menstrual.

La presente revisión sistemática trata de analizar como hemos dicho anteriormente, estos dos factores conjuntamente, tanto la laxitud del LCA y la lesión del mismo.

Con respecto a los 6 estudios analizados en nuestra revisión, que tratan sobre el momento exacto del período menstrual en el que se produjo la lesión, todos ellos encontraron diferencias significativas que vinculaban la fase menstrual con el momento de la lesión. Así, Wojtys et al (35), concluyó que las mujeres que no toman ningún tipo de anticonceptivo u hormona, presentan mayor lesión en la ovulación, con unas diferencias de ( $P < 0.001$ ). Aún así, se produjo una discrepancia entre la manera de detectar la fase menstrual mediante el cuestionario de Wojtys et al (35) y las muestras de saliva.

En el estudio realizado de Slauterbeck et al (30), en las mujeres que no tomaban anticonceptivos (31 mujeres) se observó un mayor número de lesiones en la fase folicular con unas diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), en el primer y segundo día de la menstruación, cuando los niveles hormonales tanto de progesterona y estrógenos se encuentran bajos. Slauterbeck et al (30) en su análisis, encontró una correspondencia del 95% entre el cuestionario y los niveles hormonales de la saliva, contrario a la relación de Wojtys et al (35).

Estos dos autores que incluyen los análisis de saliva para detectar las hormonas concluyen que es un método fácil y apropiado pero no concluyen la fiabilidad y sensibilidad de la prueba, por lo cual en próximos estudios se debería cuantificar estos dos parámetros.

Beynon et al (6), reportó en su estudio que el riesgo de sufrir la lesión del LCA en las mujeres aumenta durante la fase preovulatoria con una diferencia abismal ( $P = 0.027$ ), llegando a un ratio de 3 veces mayor lesión en esta fase citada. Acorde a este estudio, Ruedl et al (27), encontró unas diferencias muy similares entre la fase preovulatoria y

postovulatoria, produciéndose mayor lesión en esta fase preovulatoria ( $P=0.027$ ). Asimismo Lefevre (19), en un estudio que realizó a 172 mujeres esquiadoras, halló, mayor lesión en la fase preovulatoria de 2.4 veces mayor con respecto a la postovulatoria. Cabe destacar que estos tres autores, no establecen las diferencia entre la fase folicular, ovulatoria y lútea, sino que dividen al ciclo menstrual en preovulatoria (folicular y ovulatoria) y postovulatoria (lútea).

El estudio de Adachi et al (2), encontró mayor numero de lesiones durante la fase ovulatoria (72% de lesiones), cuando los estrógenos se encuentran aumentados. Este mismo estudio, investigó si los síntomas menstruales y premenstruales afectaban al nivel subjetivo de actividad física, pero no encontró ninguna relación positiva.

Todos estos estudios muestran una asociación positiva, un mayor riesgo de lesión del LCA sin contacto en la fase preovulatoria (tanto folicular como ovulatoria). En esta fase los niveles de estrógeno y progesterona están bajos, y justo antes de la ovulación los estrógenos alcanzan su pico máximo. No hay estudios que afirmen que el intervalo de sufrir la lesión sea la fase postovulatoria, por ello se especula que el instante de sufrir esta lesión sería cuando haya un nivel bajo de progesterona (2).

En todos estos estudios anteriores la lesión fue diagnosticada mediante RMN (resonancia magnética nuclear), excepto en el estudio de Lefevre (19), en el cual se testó la lesión del LCA clínicamente, por lo que resta fiabilidad a la intervención realizada. Asimismo en los presentes estudios tres de ellos detectaron las fases menstruales mediante un cuestionario, muy frecuentemente el cuestionario de Wojtys (35), en el que se incluía edad, peso, altura, historia menstrual que incluía frecuencia, regularidad, día de la última menstruación, si toma anticonceptivos y si presenta síntomas premenstruales y menstruales. Este cuestionario es eficaz para representar el ciclo menstrual, pero como también sabemos, este ciclo es variable tanto intrasujeto como intersujeto y aunque el perfil hormonal típico sea de 28 días (30), pueden producirse modificaciones con numerosa facilidad entre diferentes mujeres y de un mes a otro (tanto la longitud del ciclo, el día preciso de la ovulación y en el cambio en las concentraciones de las hormonas influyentes en el ciclo), por lo que puede ser que estas variaciones no hayan sido tenidas en cuenta en los artículos. Muchos investigadores han afirmado que el ciclo menstrual, es de 28 días aproximadamente, pero el 95% de ellos son más largos (33). Esto crea mucha disparidad a la hora de utilizar esos métodos para determinar la fase menstrual en la que se encontraba la atleta en el momento que se lesionó, tanto al utilizar estos cuestionarios como empleando muestras de saliva o de sangre sacadas en un solo día.

Es de especial interés destacar en la siguiente revisión el número de sujetos a la hora de realizar estos estudios, destacando una elevada cifra de participantes en casi todos ellos, ya que presentaban entre 18 mujeres (el estudio con número de personas más bajo) de Adachi et al (2) hasta 172 mujeres esquiadoras, de Lefevre et al (19). Estas muestras tan numerosas disminuyen los errores que se podrían producir al tener una muestra baja.

Con respecto a los estudios analizados conforme a la laxitud del LCA durante las diferentes fases del ciclo menstrual hemos examinado 13 artículos diferentes que investigan este aspecto citado. Ocho de estos artículos inspeccionados en los resultados, no presentan ninguna asociación entre el ciclo menstrual y la laxitud de la rodilla medida en todos ellos con un artrómetro (en algunos estudios KT-1000 y en otros KT-2000).

Karageanes et al (17) realizó un estudio durante 8 semanas, en el cual no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre la laxitud del LCA y las diferentes fases del ciclo menstrual, pero sí que obtuvo diferencias significativas entre la rodilla izquierda y la derecha (mayor laxitud en la fase ovulatoria). Al mismo resultado llegó Van Lunen et al (32) que empezó a realizar las medidas a todos en el inicio de la menstruación (realizando 3 medidas durante el periodo menstrual). Por contraposición Heitz et al (36), concluyó que el orden al realizar las medidas no produce diferencias significativas en la laxitud hormonal. Belanger et al (5) concluyó el mismo resultado que los dos anteriores, pero su método tuvo gran limitación debido a que la manera de detectar la ovulación fue mediante la temperatura corporal, lo cual conduce a un potencial error e inconsistencia de los métodos para detectar la ovulación (36). Además Belanger et al (5) realizó medidas pre-ejercicio y post-ejercicio (estableciendo un protocolo de entrenamiento) para observar si se hallaban diferencias en la laxitud después de realizar el ejercicio, pero concluyó que no hubo ninguna diferencia significativa pre-ejercicio y post-ejercicio. Además Romani et al (26) apoyó esta teoría con su estudio de 20 mujeres que fueron testadas durante un mes, sin encontrarse ninguna diferencia significativa entre las hormonas femeninas y la laxitud.

Beynon et al (7) examinó las diferencias entre la laxitud de la rodilla comparando con los hombres, donde encontró mayor laxitud en las mujeres ( $P=0.01$ ). Al mismo tiempo, también estudió la laxitud de rodilla durante el ciclo menstrual sin encontrar ninguna diferencia significativa relacionada con los factores hormonales. Un estudio muy similar realizó Pollard et al (23), en el cual pretendía investigar el efecto del género, de los estrógenos, y del ejercicio en la laxitud anterior, concluyendo una mayor laxitud en los hombres tanto antes como después del ejercicio y a lo largo de todo el transcurso del ciclo menstrual. Pero este autor, no encontró diferencias reveladoras de la influencia del estrógeno en la laxitud de la rodilla.

También los autores Hertel et al (13) y Eiling et al (11) investigaron la laxitud de rodilla medida con un artrómetro KT-1000 y KT-2000, respectivamente pero no hallaron ninguna diferencia significativa entre la laxitud y las oscilaciones hormonales a través del periodo menstrual. Estos dos autores, al mismo tiempo, analizaron dos variables más durante este ciclo menstrual. Hertel et al (13), analizó el control neuromuscular midiendo diferentes parámetros entre los cuales se encuentran el control postural, la fuerza muscular y la propiocepción. Los resultados mostraron que el control neuromuscular tampoco fluctúa durante el ciclo menstrual. Eiling et al (11), además investigó los cambios en la rigidez musculotendinosa, encontrando como conclusión que esta variable disminuyó durante la fase ovulatoria, comparándola con el inicio de la menstruación y la fase folicular media.

Por otro lado, 5 artículos encontraron diferencias significativas entre los cambios hormonales y la laxitud de rodilla. Entre ellos Deie et al (10), encontró diferencias significativas en el desplazamiento anterior de la tibia, encontrando un mayor desplazamiento durante la fase folicular que en la ovulatoria y lútea, tanto a 89N como a 134N, sin embargo no encontró diferencias significativas en el grupo control de hombres en las 3 semanas.

Shultz et al (28) en su estudio realizado en 2004 y Shultz et al (29) en otro estudio realizado en 2005, concluye que la influencia de las hormonas femeninas en las propiedades biomecánicas de la rodillas aumentan la laxitud aumentando durante el final de la fase lútea y al inicio de la menstruación, probablemente a una respuesta retardada

en el aumento de estradiol en la fase lútea (28). En el siguiente estudio realizado al año siguiente, también concluyó que las mujeres tenían mayor laxitud durante el día cinco de la menstruación, al principio de la fase lútea y final de la fase lútea, en esos momentos que el estradiol estaba aumentado, estableciendo en los dos estudios una correlación positiva entre el aumento de estradiol y el aumento de laxitud en la rodilla.

Hicks-Little et al (16) y Park et al (21) obtuvieron similares resultados en sus estudios. Hicks-Little et al examinó a 28 mujeres sin anticonceptivos (grupo control) y 25 mujeres tomando anticonceptivos, concluyendo que no hubo diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental, pero sí mayor laxitud durante la fase ovulatoria y fase lútea. Del mismo modo Park et al (21) en su estudio de 26 mujeres encontró una asociación entre la laxitud de la rodilla hallándose esta mayor durante la ovulación.

Una fortaleza muy importante a desatacar de esta revisión, se trata de las realizaciones de medidas en todos los artículos con el artrómetro KT-1000 y KT-2000, que se utiliza para obtener una medida objetiva del desplazamiento anterior en el plano sagital de la tibia relativa al fémur. A pesar de esto, se ha observado que un número de factores afectan al desplazamiento de la rodilla como son: la posición inicial (ángulo), aplicación de fuerza (carga, dirección, punto de aplicación) y laxitud ligamentaria. Muchos investigadores han observado que la laxitud anterior es mejor detectada con una flexión de rodilla entre 15º y 45º, por lo cual es importante que todos los estudios se sitúen en el mismo ángulo (12). En nuestra revisión diferentes estudios variaban entre 25º (5, 23, 28,29) y 30º (7, 11,26). Los demás estudios no especifican a que grados se encontraba la rodilla en el momento de la medición.

Con respecto al grupo que sí muestra diferencias significativas en la laxitud y el ciclo menstrual, sólo se llevaron a cabo mediciones durante 1 mes (1 ciclo menstrual). En los otros estudios, tres de ellos (5,13 y 17) realizaron medidas durante dos meses seguidos, mientras que en los demás solamente durante un mes. Para próximos estudios sería muy beneficioso realizar mediciones durante más meses para poder descartar como hemos dicho antes el efecto de las variaciones intrasujeto.

En los estudios de Eiling et al (11) y Karageanes et al (17), las mujeres deportistas presentadas para llevar el estudio a cabo fueron demasiado jóvenes, encontrándose en un rango de 14 a 18 años, lo cual impedía sacar conclusiones muy adecuadas debido a que no se podían observar los cambios hormonales.

Además se ha observado en diferentes estudios, que la acumulación de varios ciclos puede tener un efecto en la fluctuación de las hormonas y la laxitud del LCA. La acumulación de los ciclos podría tener un efecto a largo plazo en el tejido conectivo por los estrógenos (11). De esta manera los sujetos demasiado jóvenes no presentarían este efecto.

En muchos de los estudios presentes con respecto a la laxitud, se ha detectado la ovulación por medio de un kit de ovulación, excluyendo los estudios de Karageanes et al 2000<sup>(17)</sup>, Deie et al 2002<sup>(10)</sup>, Belanger et al 2004<sup>(5)</sup>, Eiling et al 2007<sup>(11)</sup>, Hicks et al 2007<sup>(16)</sup> y Park et al 2009<sup>(21)</sup>.

En conclusión, con respecto a la laxitud de rodilla durante el ciclo menstrual encontramos ocho artículos que no encuentran diferencias, y por otro lado, cinco artículos que sí encuentran. Por ello, no se puede establecer un consenso debido a que los estudios,



tanto unos como otros presentan varias limitaciones que deberíamos esclarecer en los próximos estudios realizados. Además al recurrir a la escala de calidad metodológica Pedro, todos ellos tienen una puntuación similar, sin primar unos por otros en cuanto a validez interna y externa, debido a que el rango de puntuación de los artículos analizados en la presente revisión es de 3-6 puntos, encontrándose todos ellos en este intervalo.

El periodo del ciclo menstrual en el cual podemos encontrar mayor laxitud ligamentaria no está suficientemente claro debido a que los estudios difieren entre ellos, aun así podemos encontrar mayor laxitud en la fase ovulatoria y lútea con respecto a la fase folicular.

Estas búsquedas están en concordancia con los resultados de la revisión sistemática Zazulak (36), que encontró mayor laxitud durante la fase ovulatoria y postovulatoria. Pero Hewett (15) en su revisión sistemática encontró mayor lesión durante la fase preovulatoria.

Podríamos decir que podría haber una asociación entre las hormonas y la lesión y laxitud del ligamento, por lo cual, se deben realizar más búsquedas con el fin de aclarar en qué fase menstrual se corre mayor riesgo, y si estos cambios hormonales afectan a todas las mujeres durante el ciclo menstrual. Para ello, las futuras búsquedas deberán medir las concentraciones hormonales durante más de un mes, para poder observar las posibles oscilaciones que se producen.

Otro punto importante, se refiere a que algunos estudios muestran que los síntomas premenstruales y menstruales pueden afectar al rendimiento deportivo o al control neuromuscular, aumentando el riesgo de lesiones del LCA. Aun así se han realizado pocas investigaciones al respecto, por lo que es necesario llevar a cabo más estudios. En uno de los estudios presentes en nuestra revisión sistemática tiene en cuenta este factor, pero concluye que no afecta al rendimiento deportivo (2).

Debido a que los efectos de los niveles hormonales no pueden explicar el desproporcionado ratio de lesiones por si solos en las mujeres deportistas, otros mecanismos tiene que ser considerados para explicarlo. El riesgo de sufrir lesión del LCA es multifactorial y viene dado por una mezcla de factores tanto intrínsecos y extrínsecos (34). Los diferentes estudios solo se centran en un solo factor, pero se deben de tener en cuenta la multitud de factores que influyen, ya que las mujeres se ven exhibidas a un número muy alto de factores intrínsecos como hemos dicho anteriormente en la introducción que pueden estar vinculados con la lesión del LCA. Incluyen factores anatómicos, como el tamaño de la fosa intercondílea (25), la medida del LCA (25), y el alineamiento de la extremidad inferior (34). Las mujeres también utilizan diferentes patrones de actividad muscular comparando con los hombres (34). Todo esto lleva a las mujeres a un mayor valgo dinámico, incrementando el riesgo lesivo del LCA. (34).

A continuación se presenta una figura que explica el momento de lesión y la mayor laxitud durante el ciclo menstrual en diferentes estudios realizados.

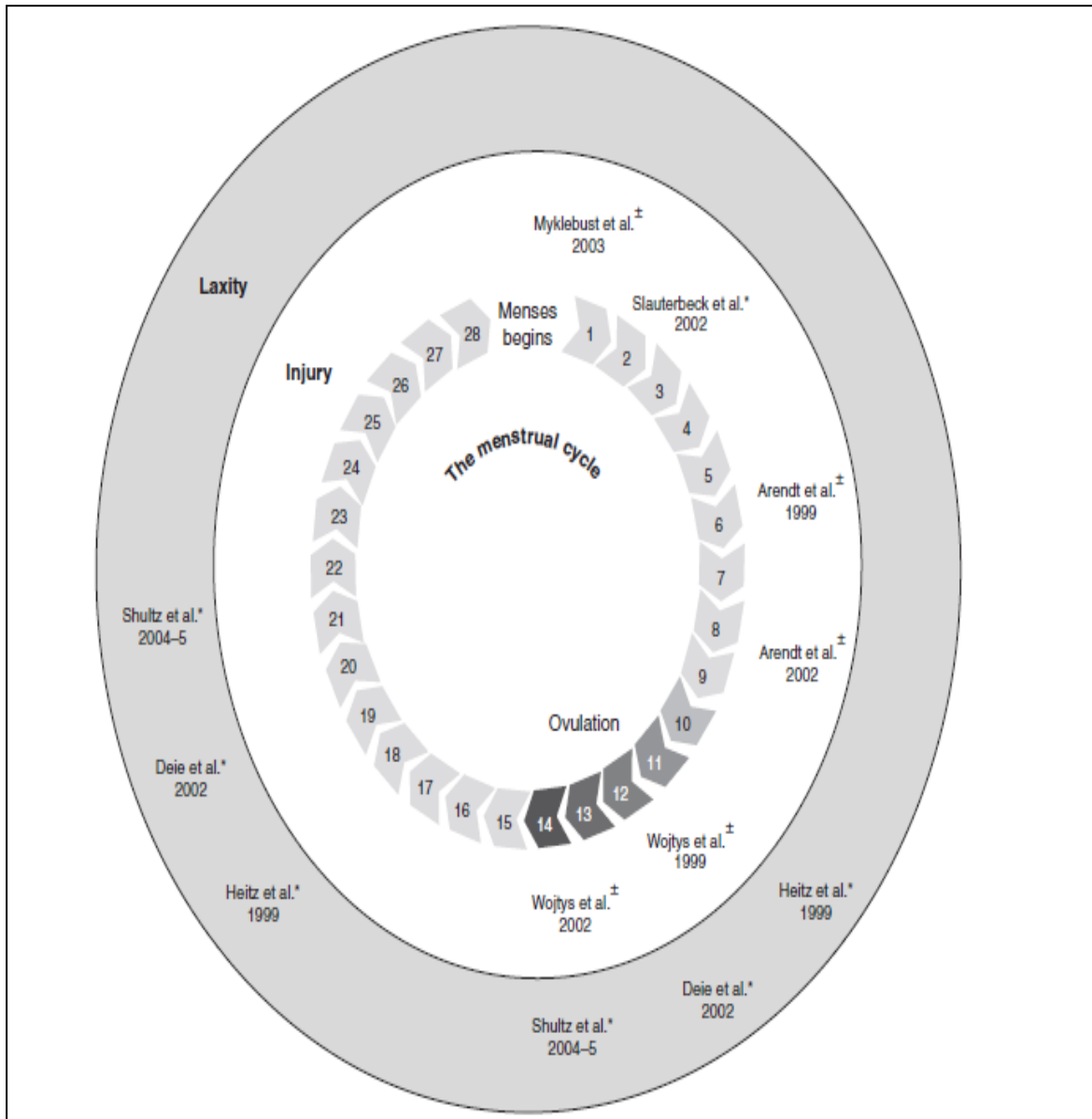


Figura 3. Diagrama que ilustra el riesgo de lesión del LCA y la laxitud de rodilla durante el ciclo menstrual. Zazulak et al.<sup>(36)</sup>

## FORTALEZAS Y DEBILIDADES

En este apartado vamos a enumerar los puntos más débiles y más destacables que hemos encontrado a la hora de realizar la revisión sistemática.

### → FORTALEZAS

Al realizar la búsqueda bibliográfica, se han encontrado bastantes artículos y revisiones sistemáticas en relación al tema seleccionado, pudiéndonos mostrar mucha información para profundizar sobre el tema elegido.

Un importante aspecto positivo de todos los artículos presentes en la siguiente revisión, es que la mayoría de los grupos de tratamiento presentan una edad similar entre ellos, es un grupo homogéneo, lo cual disminuye las diferencias que pueda haber al acercarse a la menarquía o menopausia y la consecuente oscilación de cambios hormonales.

Otro aspecto relevante a considerar, es que las búsquedas realizadas son de los 17 años anteriores, incluyéndose en el estudio sólo aquellos a partir del año 1997 hasta 2014, lo cual nos muestra artículos muy recientes y actualizados. Además todos los artículos se presentaban en inglés, reafirmando la importancia del tema en la comunidad científica internacional, ya que el inglés es la lengua científica oficial a nivel mundial. Además por el dominio del idioma se nos ha hecho sencillo entenderlos y manejarlos con facilidad.

### → DEBILIDADES

La principal debilidad de esta revisión es que ha sido realizada por una única persona, pudiendo aumentar la subjetividad del análisis de la información comparado con un análisis realizado por dos revisores independientes. También otro aspecto importante es la falta de análisis estadísticos de los resultados que limita el alcance de mis conclusiones.

Los presentes estudios los hemos analizado con la escala PEDro, encontrándose en varios de ellos puntuaciones bajas, pero a veces debido a lo dicho anteriormente (falta de grupo control). Por eso podría haber sido interesante valorar los estudios con otras escalas adecuadas (EJ. Escala Jadad), y comparar los resultados entre ambas.

Cabe destacar, que sería importante seguir realizando revisiones periódicas sobre este tema, ya que se trata de un ámbito de interés de gran importancia debido a las múltiples lesiones del LCA en las mujeres.

## LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS Y CUESTIONES A MEJORAR

Se han encontrado muchas limitaciones a lo largo de la literatura consultada para realizar nuestra revisión. A continuación extraemos las limitaciones más representativas de los artículos revisados para proponer aspectos de mejora en los futuros estudios:

- Muchos de los estudios fueron realizados solamente durante un mes o dos meses de duración, lo cual no tiene en cuenta las variaciones intra-sujeto que pueden existir en la fase menstrual con respecto a la duración del ciclo total, la duración de la menstruación, el día de ovulación, etc. Por ello sería interesante realizar estudios de mayor duración para poder captar estas diferencias y disminuir las variaciones intra-sujeto con respecto al ciclo menstrual.
- Asimismo hallamos discrepancias entre los autores con respecto a las diferentes terminologías del ciclo menstrual, entendiéndose que la definición más aceptada se refiere a tres fases diferentes: folicular, ovulatoria y lútea. A pesar de esto, encontramos otros estudios que dividen en fase preovulatoria y postovulatoria, por lo que podemos llegar a concluir que no existe un consenso sobre este tema que facilite la realización de estudios.
- Otra importante limitación es la variedad de métodos para detectar la ovulación como hemos visto en los estudios. Se realizan varios métodos entre los cuales destacan: Kit de ovulación, que localiza la menstruación por medio de la hormona LH. Otros procedimientos son mediante un cuestionario del ciclo menstrual, a través de la concentración de estrógenos en sangre o mediante la temperatura. Esta variabilidad en los métodos de medida puede producir errores en su detección, por lo que se debería utilizar un método estandarizado para todos los estudios: el más adecuado sería el Kit de ovulación, ya que presenta una sensibilidad de 20 Miu/ml LH, y una precisión del 99%.
- Además otro aspecto relevante que se presenta en los estudios, es la identificación de las diferentes fases del ciclo menstrual mediante un cuestionario que se les otorga a los sujetos. Frecuentemente este cuestionario es el de Wojtyts<sup>(35)</sup>. Como hemos dicho antes puede haber múltiples variaciones intra-sujeto que modifiquen el ciclo menstrual, por lo que lo más conveniente sería mediante análisis de sangre.
- Varios estudios presentan una muestra baja de individuos, lo cual conduce a un mayor riesgo de error estadístico, por lo que deberían realizarse más estudios en los que tengamos una mayor población para minimizar dicho error.
- A la hora de realizar las mediciones del desplazamiento tibial con respecto al fémur en el artrómetro KT-1000 y KT-2000, se realiza con dos examinadores que han sido entrenados y familiarizados con el artrómetro. A pesar de ello lo ideal es que mida sólo uno o mejor

aún que ambos examinadores tomen las medidas de cada sujeto y se haga una media de la medición, así como un análisis estadístico del error de medición entre evaluadores.

- Durante este test del artrómetro KT-1000 y KT-2000, los sujetos deben estar totalmente relajados al realizarse la prueba, sin activar ningún músculo, debido a que la activación de los músculos disminuirá esa laxitud. Para demostrar esto, sería idóneo medir la actividad electromiográfica de los cuádriceps e isquiosurales y familiarizar a los sujetos con el artrómetro durante varias sesiones previas al test.
- Por último, cabe destacar en alguno de los estudios analizados, la baja edad de la muestra, debido a que en estas mujeres el ciclo menstrual puede no haberse regulado y producirse mayores fluctuaciones de hormonas.<sup>(11)</sup> Es necesario homogeneizar la edad de muestra, por lo que un método de protocolizar esto sería, que haya pasado un año a partir de la menarquía por ejemplo.

## CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

La presente revisión sistemática, basada en la literatura, muestra que las fluctuaciones hormonales que se producen durante el ciclo menstrual puede tener un gran efecto en la laxitud anterior de la rodilla y el momento exacto en el que se produce la lesión del LCA.

Resumiendo, tendríamos las siguientes conclusiones de nuestra revisión realizada:

- ⇒ Encontramos diferencias significativas entre el momento de la lesión relacionadas con el ciclo menstrual.
  - Hallamos una asociación positiva entre la lesión del LCA durante la fase preovulatoria (folicular y ovulatoria). <sup>(2, 6, 19, 27, 31,35)</sup>
  - No encontramos ningún artículo que muestre mayor lesión durante la fase postovulatoria.
  - Por lo tanto, podríamos concluir que los niveles de estrógeno y progesterona pueden influir significativamente en la lesión del LCA, produciéndose mayor lesión durante la fase preovulatoria.
  
- ⇒ Con respecto a la laxitud del LCA también podríamos concluir que esta laxitud oscila con las fases del ciclo menstrual, pero no está claro cuáles son las fases menstruales de mayor riesgo para la lesión ya que los resultados difieren entre los diferentes artículos. <sup>(10, 16, 21, 26,28)</sup>.
  - Cuatro de los cinco estudios encuentran mayor laxitud durante la fase ovulatoria y lútea <sup>(21, 16, 26, 28)</sup>. Sin embargo el otro artículo muestra mayor laxitud en la fase folicular <sup>(10)</sup>.

Laxitud del LCA		Momento de la lesión del LCA	
SDS	NDS	SDS	NDS
Deie et al <sup>(10)</sup>	Belanger et al <sup>(5)</sup>	Adachi et al <sup>(2)</sup>	
Hicks Little et al <sup>(16)</sup>	Beynnon et al <sup>(7)</sup>	Beynnon et al <sup>(6)</sup>	
Park et al <sup>(21)</sup>	Eiling et al <sup>(11)</sup>	Lefevre et al <sup>(19)</sup>	
Romani et al <sup>(26)</sup>	Hertel et al <sup>(13)</sup>	Ruedl et al <sup>(27)</sup>	
Shultz et al <sup>(28)</sup>	Karageanes et al <sup>(17)</sup>	Slauterbeck et al <sup>(31)</sup>	
	Pollard et al <sup>(23)</sup>	Wojtys et al <sup>(35)</sup>	
	Shultz et al <sup>(29)</sup>		
	Van Lunen et al <sup>(32)</sup>		

**Tabla 3. Resumen artículos. SDS: si diferencias significativas; NDS: no diferencias significativas. Esta tabla muestra si se encuentran diferencias significativas con respecto a la laxitud y lesión del LCA en las diferentes fases del ciclo menstrual, o si no se haya diferencia alguna. Elaboración propia.**

Fase folicular	Fase ovulatoria	Fase lútea
Deie et al <sup>(10)</sup>	Park et al <sup>(21)</sup>	Shult et al <sup>(28)</sup>
Romani et al <sup>(26)</sup>		
Hicks-Littlel et al <sup>(16)</sup>		

**Tabla 4. Resumen de las diferencias en laxitud ligamentaria durante las diferentes fases menstruales. Elaboración propia.**

Por todo lo anterior, es de especial importancia realizar más investigaciones en este ámbito, con el fin de determinar el mayor riesgo de lesión en las mujeres que en los hombres. De este modo se podrían desarrollar estrategias de prevención de la lesión del LCA, ya que es un tema muy perentorio actualmente.

Es también relevante el realizar estudios futuros que traten la relación entre el ciclo menstrual y la asociación de diversos parámetros como la influencia de las hormonas endógenas en el control neuromuscular.

Otro factor importante a tener en cuenta en las futuras investigaciones se trata de los análisis con el fin garantizar el mínimo error que se pueda producir por medio de análisis estadísticos. (36) Además sería imprescindible tratar sería las variaciones que se producen entre diferentes variables, como por ejemplo con el artrómetro, debería realizar las medidas solamente un examinador que se haya preparado previamente y que se encuentre acostumbrado y familiarizado a realizar las diferentes medidas objetivas. También sería importante colocar al sujeto en la misma posición, como hemos dicho antes y aplicar la misma fuerza.

También podría ser substancial para futuros estudios analizar la hormona gonadotropina ya que controla la ovulación y la secreción de las hormonas esteroideas (FSH y LH). Además otro punto importante es que en todos los estudios están ausentes los niveles de testosterona endógena. Aunque las mujeres tengan menores niveles de testosterona que los hombres, pequeños cambios en la testosterona se producen durante el ciclo menstrual, que podrían afectar al LCA.

Para un futuro, con el fin de mejorar la calidad de los estudios que se realicen se deben tener en cuenta diversos aspectos:

- Disminuir las variaciones intrasujeto que se producen en las oscilaciones hormonales del ciclo menstrual debido a que pueden ser el mayor desafío en la realización de estudios para desarrollar conclusiones de consistencia y válidos. (36)
- Los estudios deben definir en qué consiste un ciclo menstrual normal, identificar correctamente las fases y cuantificar el perfil de hormonas para mostrar la relación entre estos parámetros.
- Debe de cuantificarse el ciclo menstrual completo para minimizar el error entre diferentes estudios ya que se sabe que muchas atletas femeninas experimentan ciclos

irregulares, y no estamos al tanto de los estudios que han examinado el perfil hormonal de atletas tanto oligomenorreicas o amenorreicas.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Abt, J. P., 9, K., Maeta, M., & Kurozawa, Y. (2008). Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 128(5), 473-478.
- 2) Arnold, C., Van Bell, C., Rogers, V., & Cooney, T. (2002). The relationship between serum relaxin and knee joint laxity in female athletes. *Orthopedics*, 25(6), 669-673.
- 3) Belanger, L., Burt, D., Callaghan, J., Clifton, S., & Gleberzon, B. J. (2013). Anterior cruciate ligament laxity related to the menstrual cycle: An updated systematic review of the literature. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 57(1), 76.
- 4) Belanger, M. J., Moore, D. C., Crisco, J. J., 3rd, Fadale, P. D., Hulstyn, M. J., & Ehrlich, M. G. (2004). Knee laxity does not vary with the menstrual cycle, before or after exercise. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(5), 1150-1157.
- 5) Beynnon, B. D., Johnson, R. J., Braun, S., Sargent, M., Bernstein, I. M., Skelly, J. M., et al. (2006). The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: A case-control study of recreational alpine skiers. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(5), 757-764.
- 6) Beynnon, B. D., Bernstein, I. M., Belisle, A., Brattbakk, B., Devanny, P., Risinger, R., & Durant, D. (2005). The effect of estradiol and progesterone on knee and ankle joint laxity. *The American journal of sports medicine*, 33(9), 1298-1304.
- 7) Casey, E., Hameed, F., & Dhaher, Y. Y. (2014). The muscle stretch reflex throughout the menstrual cycle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(3), 600-609.
- 8) Chaudhari, A. M., Lindenfeld, T. N., Andriacchi, T. P., Hewett, T. E., Riccobene, J., Myer, G. D., et al. (2007). Knee and hip loading patterns at different phases in the menstrual cycle: Implications for the gender difference in anterior cruciate ligament injury rates. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(5), 793-800.
- 9) Deie, M., Sakamaki, Y., Sumen, Y., Urabe, Y., & Ikuta, Y. (2002). Anterior knee laxity in young women varies with their menstrual cycle. *International Orthopaedics*, 26(3), 154-156.
- 10) Eiling, E., Bryant, A., 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.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) Hewett, T. E. (2000). Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. *Sports Medicine*, 29(5), 313-327.

- 14) Hewett, T. E., Zazulak, B. T., & Myer, G. D. (2007). Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: A systematic review. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(4), 659-668.
- 15) Hicks-Little, C. A., Thatcher, J. R., Hauth, J. M., Goldfuss, A. J., & Cordova, M. L. (2007). Menstrual cycle stage and oral contraceptive effects on anterior tibial displacement in collegiate female athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 255-260.
- 16) Karageanes, S. J., Blackburn, K., & Vangelos, Z. A. (2000). The association of the menstrual cycle with the laxity of the anterior cruciate ligament in adolescent female athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(3), 162-168.
- 17) Lee, H., Petrofsky, J. S., Daher, N., Berk, L., Laymon, M., & Khowailed, I. A. (2013). Anterior cruciate ligament elasticity and force for flexion during the menstrual cycle. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 19, 1080-1088.
- 18) Lefevre, N., Bohu, Y., Klouche, S., Lecocq, J., & Herman, S. (2013). Anterior cruciate ligament tear during the menstrual cycle in female recreational skiers. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 99(5), 571-575.
- 19) Liu, S. H., Al-Shaikh, R. A., Panossian, V., Finerman, G. A., & Lane, J. M. (1997). Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament A potential explanation for female athletic injury. *The American journal of sports medicine*, 25(5), 704-709.
- 20) Park, S. K., Stefanyshyn, D. J., Loitz-Ramage, B., Hart, D. A., & Ronsky, J. L. (2009). Changing hormone levels during the menstrual cycle affect knee laxity and stiffness in healthy female subjects. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(3), 588-598.
- 21) Park, S. K., Stefanyshyn, D. J., Ramage, B., Hart, D. A., & Ronsky, J. L. (2009). Alterations in knee joint laxity during the menstrual cycle in healthy women leads to increases in joint loads during selected athletic movements. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(6), 1169-1177.
- 22) Pollard, C. D., Braun, B., & Hamill, J. (2006). Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity. *Clinical Biomechanics*, 21(10), 1060-1066.
- 23) Reilly, T. (2000). The menstrual cycle and human performance: An overview. *Biological Rhythm Research*, 31(1), 29-40.
- 24) Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., et al. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: An international olympic committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394-412.
- 25) Romani, W., Patrie, J., Curl, L. A., & Flaws, J. A. (2003). The correlations between estradiol, estrone, estriol, progesterone, and sex hormone-binding globulin and anterior cruciate ligament stiffness in healthy, active females. *Journal of Women's Health*, 12(3), 287-298.
- 26) Ruedl, G., Ploner, P., Linortner, I., Schranz, A., Fink, C., Sommersacher, R., et al. (2009). Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(9), 1065-1069.

- 27) Shultz, S. J., Kirk, S. E., Johnson, M. L., Sander, T. C., & Perrin, D. H. (2004). Relationship between sex hormones and anterior knee laxity across the menstrual cycle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(7), 1165-1174.
- 28) Shultz, S. J., Sander, T. C., Kirk, S. E., & Perrin, D. H. (2005). Sex differences in knee joint laxity change across the female menstrual cycle. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4), 594-603.
- 29) Shultz, S. J., Wideman, L., Montgomery, M. M., & Levine, B. J. (2011). Some sex hormone profiles are consistent over time in normal menstruating women: Implications for sports injury epidemiology. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 735-742.
- 30) Slauterbeck, J. R., Fuzie, S. F., Smith, M. P., Clark, R. J., Xu, K., Starch, D. W., et al. (2002). The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *Journal of Athletic Training*, 37(3), 275-278.
- 31) Van Lunen, B. L., Roberts, J., Branch, J. D., & Dowling, E. A. (2003). Association of menstrual-cycle hormone changes with anterior cruciate ligament laxity measurements. *Journal of Athletic Training*, 38(4), 298-303.
- 32) Vescovi, J. D. (2011). The menstrual cycle and anterior cruciate ligament injury risk. *Sports Medicine*, 41(2), 91-101.
- 33) Warden, S. J., Saxon, L. K., Castillo, A. B., & Turner, C. H. (2006). Knee ligament mechanical properties are not influenced by estrogen or its receptors. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 290(5), E1034-40.
- 34) 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.
- 35) Zazulak, B. T., Paterno, M., Myer, G. D., Romani, W. A., & Hewett, T. E. (2006). The effects of the menstrual cycle on anterior knee laxity. *Sports Medicine*, 36(10), 847-862.

ANEXOS

➔ Anexo 1: Guía CASPe ( Critical Appraisal Skills Programme español) para las revisiones sistemáticas

## A/ ¿Los resultados de la revisión son válidos?

### Preguntas "de eliminación"

<p><b>1 ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?</b></p> <p><i>PISTA: Un tema debe ser definido en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La población de estudio.</li> <li>- La intervención realizada.</li> <li>- Los resultados ("outcomes") considerados.</li> </ul>	<p>SÍ                      NO SÉ                      NO</p>
<p><b>2 ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?</b></p> <p><i>PISTA: El mejor "tipo de estudio" es el que</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se dirige a la pregunta objeto de la revisión.</li> <li>- Tiene un diseño apropiado para la pregunta.</li> </ul>	<p>SÍ                      NO SÉ                      NO</p>

**Preguntas detalladas**

<p><b>3 ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?</b></p> <p><i>PISTA: Busca</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qué bases de datos bibliográficas se han usado.</li> <li>- Seguimiento de las referencias.</li> <li>- Contacto personal con expertos.</li> <li>- Búsqueda de estudios no publicados.</li> <li>- Búsqueda de estudios en idiomas distintos del inglés.</li> </ul>	<p>SÍ      NO SÉ      NO</p>
<p><b>4 ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?</b></p> <p><i>PISTA: Los autores necesitan considerar el rigor de los estudios que han identificado. La falta de rigor puede afectar al resultado de los estudios ("No es oro todo lo que reluce" El Mercader de Venecia. Acto II)</i></p>	<p>SÍ      NO SÉ      NO</p>

<p><b>6 ¿Cuál es el resultado global de la revisión?</b></p> <p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si tienes claro los resultados últimos de la revisión.</li> <li>- ¿Cuáles son? (numéricamente, si es apropiado).</li> <li>- ¿Como están expresados los resultados? (NNT, odds ratio, etc.)</li> </ul>	<p>NO</p>
<p><b>7 ¿Cuál es la precisión del resultado/s?</b></p> <p><i>PISTA: Busca los intervalos de confianza de los estimadores.</i></p>	

<p><b>8 ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?</b></p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los pacientes cubiertos por la revisión pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área.</li> <li>- Tu medio parece ser muy diferente al del estudio.</li> </ul>	<p>SÍ                      NO SÉ                      NO</p>
<p><b>9 ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?</b></p>	<p>SÍ                      NO SÉ                      NO</p>
<p><b>10 ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?</b></p> <p><i>Aunque no esté planteado explícitamente en la revisión. ¿qué opinas?</i></p>	<p>SÍ                      NO</p>