



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

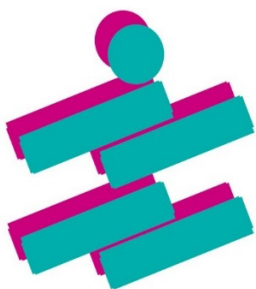
TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Influencia del ciclo menstrual en la incidencia lesiva en el complejo tobillo-pie: una revisión bibliográfica.

Influence of the menstrual cycle on the detrimental incidence in ankle-foot complex: a bibliographic review.

Influencia do ciclo menstrual na incidencia lesiva no complexo nocello-pé: unha revisión bibliográfica.



Facultade de
Fisioterapia

Estudiante: Dña. Sara Antelo Vázquez

DNI: 58023791N

Directora: Profa. Miriam Barcia Seoane

Convocatoria: Junio 2021

ÍNDICE:

1. Resumen:	8
1. Abstract:	9
1. Resumen:	10
2. Introducción:	11
2.1 Tipo de trabajo:.....	11
2.2 Motivación personal:.....	11
3. Contextualización:	13
3.1 Antecedentes:.....	13
3.1.1 Ciclo menstrual:	13
3.1.2 Fases del ciclo menstrual:	14
3.1.3 Alteraciones del ciclo menstrual:	16
3.1.4 Concepto de lesión y epidemiología en el mundo deportivo:	18
3.1.5 Etiología y factores de riesgo:.....	20
3.1.6 Estudios previos sobre respuestas orgánicas al ciclo menstrual en la deportista: 24	
3.2 Justificación del trabajo:	28
4. Objetivos:	29
4.1 Pregunta de investigación:	29
4.2 Objetivos:.....	30
4.2.1 General:	30
4.2.2 Específicos:.....	30
5. Material y método:	31

5.1 Fecha de la revisión y bases de datos:	31
5.2 Criterios de selección:	32
5.2.1. Criterios de inclusión:.....	32
5.2.2. Criterios de exclusión:.....	32
5.3 Estrategia de búsqueda:.....	33
5.3.1 Búsqueda en PubMed:	33
5.3.2 Búsqueda en Cochrane Library:	34
5.3.3 Búsqueda en SPORTDiscus:.....	34
5.3.4 Búsqueda en Web of Science (WoS):	35
5.3.5 Búsqueda en Scopus:.....	36
5.4 Gestión de la bibliografía localizada:.....	37
5.5 Selección de artículos:	37
5.6 Variables de estudio:	39
6. Resultados	42
6.1 Evaluación de la calidad metodológica:	42
6.2 Resumen de los artículos:	42
6.3 Análisis de las variables de estudio:.....	52
6.3.1 Características de la muestra:	52
6.3.2 Métodos de detección CM y control TCB:	52
6.3.3 Parámetros estudiados y resultados obtenidos:	53
7. Discusión:	55
7.1 Efectos del ciclo menstrual sobre los estabilizadores estáticos:	56
7.2 Efectos del ciclo menstrual sobre los estabilizadores dinámicos:	59

7.3 Cambios en el control postural dinámico a lo largo del ciclo menstrual:	63
7.4 El sexo femenino como predictor de riesgo lesivo:	65
7.5 Limitaciones del trabajo:.....	65
7.6 Recomendaciones para futuros estudios:	66
8. Conclusiones:	68
9. Bibliografía:	69
10. Anexos:	73
10.1 ANEXO 1	73
10.2 ANEXO 2	74
10.3 ANEXO 3.....	75

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Esquema PICO.....	29
Tabla 2. Búsqueda en PubMed.....	33
Tabla 3. Búsqueda en Cochrane Library.....	34
Tabla 4. Búsqueda en SPORTDiscus.....	35
Tabla 5. Búsqueda en Web of Science.....	36
Tabla 6. Búsqueda en Scopus.....	37
Tabla 7. Síntesis de las pruebas de valoración empleadas en los artículos para las diferentes variables de estudio.....	41
Tabla 8. Síntesis de las características de los estudios seleccionados.....	51
Tabla 9. Artículos incluidos en la revisión.....	73
Tabla 10. Resumen de la Escala Oxford en estudios sobre tratamiento, prevención, etiología y complicaciones (24).....	74
Tabla 11. Nivel de evidencia y grado de recomendación de los estudios en base a la Escala Oxford (24).....	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1. Ciclo menstrual normal. Rodriguez et al. (7).....	16
Ilustración 2. Distribución de las lesiones por regiones anatómicas en una serie de 3.202 lesiones. Moreno et al. (9).....	20
Ilustración 3. Distribución de las presiones plantares durante el ciclo menstrual. Machado et al. (21).....	27
Ilustración 4. Proceso de selección de artículos.....	38

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS:

HHO	Sistema Hipotalámico-Hipófiso-Ovárico
FSH	Hormona Foliculoestimulante
GnRH	Hormona Liberadora de Gonadotropina
LH	Hormona Luteizante
SMA	Sangrado Menstrual Abundante
LCA	Ligamento cruzado anterior
LLE	Ligamento lateral externo
OMS	Organización Mundial de la Salud
CIF	Clasificación Internacional del Funcionamiento, Discapacidad y Salud
ACOs	Anticonceptivos Orales
FC	Frecuencia Cardíaca
VO2	Volumen de Oxígeno
ROM	Rango de Movimiento Articular
JPS	<i>Joint Position Sense</i>
PICO	Paciente, Intervención, Comparación, Resultado (Outcome)
WoS	Web of Science
MDQ	<i>Menstrual Distress Questionnaire</i>
TCB	Temperatura Corporal Basal
EMG	Electromiografía
SEBT	<i>Star Excursion Balance Test</i>

Influencia del ciclo menstrual en la incidencia lesiva en el complejo tobillo-pie: una revisión bibliográfica

CM	Ciclo Menstrual
TPF	Tasa de Producción de Fuerza
T50%	Tiempo hasta producción 50% fuerza máxima
TP	Torques pico de fuerza
REM	Retraso Electromecánico
TA	Tibial Anterior
PL	Peroneo Largo
GL	Gastrocnemio Lateral
GM	Gastrocnemio Medial

1. RESUMEN:

Introducción: Las lesiones en el complejo tobillo-pie ocupan el segundo puesto en el podio de las más frecuentes en el mundo deportivo, concretamente, las atletas femeninas presentan un mayor riesgo lesivo en comparación a sus homólogos masculinos. Se ha demostrado la influencia del ciclo menstrual (CM) en el riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior (LCA), no existiendo como tal un estudio que analice su influencia en el riesgo lesivo del complejo tobillo-pie.

Objetivo: El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de la literatura existente con el fin de averiguar la influencia del CM en la incidencia lesiva en el complejo tobillo-pie, analizando para ello su efecto sobre las diferentes estructuras músculo-esqueléticas de la deportista.

Material y método: Se efectuó una búsqueda en las bases de datos de PubMed, Cochrane Library Plus, SPORTDiscus, Web of Science y Scopus durante el mes de abril de 2021. Se incluyeron estudios analíticos observacionales, que analizaran a lo largo del CM diferentes variables músculo-esqueléticas indicadoras de riesgo lesivo en mujeres eumenorreicas no consumidoras de anticonceptivos orales.

Resultados: Se analizaron un total de 14 estudios analíticos observacionales, con un nivel de evidencia científica y grado de recomendación bajo. Se examinaron simultáneamente diversas variables en los diferentes estudios, 13 artículos analizaron las propiedades mecánicas de los estabilizadores dinámicos, encontrando únicamente 7 artículos diferencias significativas a lo largo del CM. 8 artículos analizaron las propiedades mecánicas de los estabilizadores estáticos, obteniendo cambios significativos en 5 artículos. Solamente 1 artículo analizó la propiocepción, sin obtener ningún resultado relevante y otros 4 el control postural dinámico, obteniendo variaciones significativas en 3 artículos.

Conclusiones: Tras analizar los resultados obtenidos, se puede afirmar la inexistencia de un consenso común que determine si el CM realmente es factor de riesgo lesivo en el complejo tobillo-pie. Debido a la escasa calidad de los estudios existentes, la heterogeneidad de mediciones y la variedad de hallazgos, se apunta la necesidad de futuros estudios que analicen la influencia del CM en la incidencia lesiva en esta región anatómica.

Palabras clave: “Ciclo menstrual”, “Menstruación”, “Ovulación”, “Lesión tobillo”, “Lesión pie”.

1. ABSTRACT:

Introduction: Ankle-foot complex injuries occupy second place on the podium of the most frequent in the world of sport, specifically, female athletes present a greater risk of injury compared to their male counterparts. The influence of the menstrual cycle (MC) on the risk of anterior cruciate ligament (ACL) injury has been demonstrated, and there is no study that analyzes its influence on the risk of injury to the ankle-foot complex.

Objective: The aim of this final dissertation is to conduct a review of the existing literature in order to find out the influence of the menstrual cycle (MC) in the harmful incidence in the ankle-foot complex, analyzing its effect on the different musculoskeletal structures of the athlete.

Material and method: A search was carried out in the databases of PubMed, Cochrane Library Plus, SPORTDiscus, Web of Science and Scopus during the month of April 2021. Observational analytical studies were included, which analyzed during the MC different musculoskeletal variables that indicate harmful risk in eumenorrheic women who do not use oral contraceptives.

Results: A total of 14 observational analytical studies were analyzed, with a low level of scientific evidence and grade of recommendation. Several variables were simultaneously examined in the different studies, 13 articles analyzed the mechanical properties of dynamic stabilizers, only 7 articles finding significant differences throughout the MC. 8 articles analyzed the mechanical properties of static stabilizers, obtaining significant changes in 5 articles. Only 1 article analyzed proprioception, without obtaining any relevant result and another 4 the dynamic postural control, obtaining significant variations in 3 articles.

Conclusions: It can be stated after analyzing the results obtained, it can be affirmed that there is no common consensus that determines whether MC is really a risk factor for injury to the ankle-foot complex. Due to the poor quality of the existing studies, the heterogeneity of measurements and the variety of findings, the need for future studies that analyze the influence of MC on the incidence of injury in this anatomical region is pointed out.

Keywords: "Menstrual cycle", "Menstruation", "Ovulation", "Ankle injury", "Foot injury".

1. RESUMO:

Introdución: As lesións no complexo nocello-pé ocupan o segundo posto no podio das máis frecuentes no mundo deportivo, concretamente, as atletas femininas presentan un maior risco de lesións en comparación aos seus homólogos masculinos. Demostrouse a influencia do ciclo menstrual (CM) no risco de lesión do ligamento cruzado anterior (LCA), non existindo como tal ningún estudo que analice a súa influencia no risco lesivo no complexo nocello-pé.

Obxectivo: O obxectivo deste traballo é realizar unha revisión da literatura existente ca finalidade de averiguar a influencia do CM na incidencia de lesiva no complexo nocello-pé, analizando o seu efecto sobre as diferentes estruturas musculo-esqueléticas da deportista.

Material e método: Levouse a cabo unha busca nas bases de datos de PubMed, Cochrane Library Plus, SPORTDiscus, Web of Science e Scopus durante o mes de abril de 2021. Incluíronse estudos analíticos observacionais, que analizaran ao longo do CM diferentes variables músculo-esqueléticas indicadoras de risco lesivo en mulleres cunha función menstrual normal non consumidoras de anticonceptivos orais.

Resultados: Analizáronse un total de 14 estudos analíticos observacionais, cun baixo nivel de evidencia científica e grao de recomendación. Examináronse simultaneamente diversas variables nos diferentes estudos, 13 artigos analizaron as propiedades mecánicas dos estabilizadores dinámicos, atopando só 7 artigos diferenzas significativas ao longo do CM. 8 artigos analizaron as propiedades mecánicas dos estabilizadores estáticos, obtendo cambios significativos en 5 artigos. Só 1 artigo analizou a propiocepción, sen obter ningún resultado relevante e outros 4 o control postural dinámico, obtendo variacións significativas en 3 artigos.

Conclusións: Tras analizar os resultados obtidos, pódese afirmar a inexistencia dun consenso común que determine se o CM é realmente un factor de risco lesivo no complexo nocello-pé. Debido á mala calidade dos estudos existentes, á heteroxeneidade das medidas e á variedade de achados, sinálase a necesidade de futuros estudos que analicen a influencia do CM sobre a incidencia de lesiva nesta rexión anatómica.

Palabras chave: “Ciclo menstrual”, “Menstruación”, “Ovulación”, “Lesión nocello”, “Lesión pé”.

2. INTRODUCCIÓN:

2.1 TIPO DE TRABAJO:

El trabajo que se muestra a continuación es una revisión bibliográfica, en la que se pretende analizar la evidencia publicada sobre la relación existente entre las diferentes fases del ciclo menstrual y la predisposición a lesión en el complejo tobillo-pie, así como la importancia que puede llegar a tener el fisioterapeuta en la prevención y recuperación de lesiones mediante un mayor conocimiento sobre este tema. Pudiendo facilitar de este modo a la usuaria de Fisioterapia las recomendaciones correctas para minimizar en la medida de lo posible el riesgo de lesión, y/o adecuando el proceso de rehabilitación al ciclo menstrual de la deportista.

Para la realización de este proyecto, y siguiendo la pura definición de revisión bibliográfica facilitada por Guirao, no se hará un ejercicio de agrupamiento de puntos de vista y opiniones personales, como tampoco una secuencia de citas o exposiciones del trabajo de otros autores. Sino que, se procederá a analizar críticamente una antología de la literatura existente hasta la fecha, elegida tras cumplir una serie de criterios de selección establecidos previamente, exponiendo sus semejanzas y diferencias (1).

2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL:

El motivo por el cual me decidí a hacer este trabajo es el mero hecho de ser mujer y deportista. A medida que he ido avanzando en la carrera e ir viendo que a mis compañeras y amigas les repercutía este tema en su vida deportiva, he ido leyendo e interesándome acerca del tema, decidiendo que qué mejor que investigar más en profundidad para mi trabajo de fin de grado, ya que es un tema que me suscita gran interés y sobre el cual existen un abanico de opiniones muy dispares, todo esto también influido por el gran tabú que sigue siendo en el siglo XXI la menstruación.

Como profesionales sanitarios, sobre todo si nos dedicamos a afecciones músculo-esqueléticas, me parece indispensable conocer y comprender este hecho de la fisiología femenina y sus repercusiones tanto a nivel físico como psicológico, para así poder mediante la “educación sanitaria” minimizar el riesgo de lesión lo máximo posible y/o adecuar el protocolo de rehabilitación a las necesidades de la atleta. Debería promoverse una mayor investigación acerca de este tema, para así integrar tanto el Comité Olímpico Internacional

como las diferentes Federaciones Deportivas los conocimientos necesarios con el fin de mejorar el proceso de entrenamiento y así prevenir lesiones, resultando fundamental la realización de un seguimiento exhaustivo de la función menstrual de las deportistas, con el fin de poder combinar los éxitos deportivos con la salud de la deportista.

Existe una gran tasa de abandono deportivo entre las jóvenes, principalmente por las lesiones. La práctica de ejercicio físico favorece el bienestar general de la persona y reduce la morbilidad de la inmensa mayoría de enfermedades. Por lo que, consecuentemente, el cese de la actividad física no sólo repercute a nivel tanto físico como psicológico en el individuo, sino que también tiene repercusiones negativas en nuestro sistema sanitario y laboral, estos dos últimos los que cargan con las consecuencias económicas de la lesión. De hecho, se estima que, en todo el mundo, el costo de estas lesiones es de mil millones de dólares anuales (2). Por lo que, si hubiera un buen conocimiento sobre este tema y se pudieran elaborar buenos protocolos tanto de intervención como de prevención, se podría ahorrar una ingente cantidad de dinero que podría ser de gran utilidad para tratar o investigar sobre algunas enfermedades que por el contrario son inevitables y que se cobran la vida de un gran número a lo largo del año.

En consecuencia, considero que debería promoverse una mayor investigación sobre este tema, y más concretamente en el complejo tobillo-pie, puesto que son las segundas más habituales en el ámbito del deporte y la mayor parte de las investigaciones se centran exclusivamente en lesión de LCA. No existiendo como tal un estudio que analice las lesiones de este complejo y las diferentes fases el ciclo menstrual.

3. CONTEXTUALIZACIÓN:

3.1 ANTECEDENTES:

3.1.1 Ciclo menstrual:

Se conoce como ciclo menstrual al proceso fisiológico por el cual el eje hipotálamo-hipófiso-ovárico regula una serie de secreciones hormonales cíclicas, generando de tal manera acciones sobre diferentes estructuras del organismo y, como consiguiente, una serie de cambios a nivel hormonal. Se corresponde con el intervalo de tiempo comprendido entre el comienzo de una menstruación y el inicio de la siguiente (3,4).

Normalmente, la duración del ciclo menstrual se extiende unos 28 días, sufriendo variaciones intersujeto de 28 a 32 días aproximadamente e incluso de meses intrasujeto. En lo referido a deportistas y duración del ciclo, no se han encontrado variaciones significativas en comparación a mujeres no deportistas, observándose ciclos de 28 días en un 60% de los casos, de 21 días en el 28% y de 30 a 35 días en apenas el 10-12% (5).

Como consecuencia más importante se produce la liberación de un óvulo fecundable al tracto reproductivo; como bien es conocido, el evento más evidente macroscópicamente es el sangrado menstrual producto de la no fecundación del óvulo y liberación de los restos del endometrio (mucosa que recubre el interior de la cavidad uterina) al exterior. Debido a esto, se dice que el útero adquiere un rol pasivo durante el ciclo menstrual, en contraposición a su papel activo durante la reproducción y menstruación (3).

La actividad del sistema hipotálamo-hipófiso-ovárico (HHO) varía a lo largo de la vida. Éste se encuentra relativamente inactivo durante la infancia pero, durante la adolescencia, se activa al aumentar los niveles de hormona hipotalámica liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual es liberada de manera pulsátil y provoca la síntesis y secreción de las gonadotropinas hipofisarias, es decir, la hormonas luteizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH), las cuales inciden sobre el ovario provocando la secreción de las hormonas esteroideas sexuales (estradiol y progesterona) (4).

En cuanto a la presentación de la menarquia, ronda entre los 11 y 14 años como norma general, encontrándose la media en los 12 años y 6 meses. Aunque existe variabilidad por

razón de etnia o por factores como pueden ser, por ejemplo, el peso o el índice de masa corporal (6).

En deportistas, la aparición de la menarquia y desarrollo de caracteres sexuales sigue un patrón diferente según la modalidad deportiva, pero se ha identificado un factor clave fruto del proceso de selección deportiva: el requerimiento de un bajo peso corporal como norma general (5).

El tejido graso es un tejido hormonal activo donde se sintetizan los estrógenos, y para que haya un ciclo menstrual normal se requiere al menos de la existencia de un 22% de tejido graso. A esto se puede añadir el hecho de que la práctica deportiva intensa incrementa la cantidad de masa muscular, en ella se produce el metabolismo de andrógenos, los cuales explican que en un 33% de las atletas, se produzca a priori la aparición de vello púbico y axilar como primer carácter de maduración sexual en vez del aumento de las glándulas mamarias, dándose sobre todo en la halterofilia y modalidades de combate. Este estricto proceso de selección deportiva explica las altas tasas de hiperandrogenia (morfotipo masculino, hipoplasia de glándulas mamarias y de la matriz e hirsutismo) con respecto a mujeres no deportista (5).

3.1.2 Fases del ciclo menstrual:

Este fenómeno se puede dividir en tres fases:

- **Fase folicular** (*días 1 al 12*): existe bastante discrepancia en torno a la duración exacta de esta fase, puesto que es la más variable en el tiempo. Su comienzo coincide con la terminación del ciclo anterior, es decir, con el inicio del sangrado menstrual (3,7).

Durante esta etapa, se comienzan a desarrollar los folículos primarios debido a los altos niveles de FSH secretada por la hipófisis. Los folículos son progresivamente sometidos a un proceso de atresia, llegando así a la formación de un folículo dominante.

Con respecto a las hormonas en el transcurso de esta fase, las sexuales (estradiol y progesterona) se encuentran en niveles muy bajos y poco variantes a lo largo de ella. Sin embargo, unos tres días antes de la ovulación, se produce un incremento

de los niveles estrogénicos procedentes del folículo dominante. Al mismo tiempo, ascienden también los niveles de LH (7).

- **Fase ovulatoria (días 13 al 14):** durante esta fase se logra el pico máximo de secreción de estradiol, con niveles de entre 200 y 450 pg/mL. También se alcanzan los valores máximos de LH y FSH, entre 16-24 horas antes de producirse la ovulación. Los valores de estradiol y progesterona disminuyen una vez ocurrida ésta.
- **Fase luteínica (días 15 al 28):** el hecho más destacable de esta fase es la formación del cuerpo lúteo, gracias a la acción de la LH y al provecho de los restos foliculares. En un primer momento, durante la fase luteínica inicial (días 25 al 21) y media (días 22 al 24) se alcanza el segundo pico de estrógenos y progesterona, mientras que las gonadotropinas se encuentran en sus niveles más bajos durante el ciclo, por la acción de *feedback* negativo ejercido de forma conjunta por las primeras (3).

No obstante, durante la fase más tardía (días 25 al 28), se invierten los papeles, iniciándose un incremento de las gonadotropinas y un descenso de los niveles plasmáticos de progesterona y estrógenos, dejando así de actuar el *feedback* negativo sobre las primeras.

Los bajos niveles de hormonas esteroideas explican la descamación de la mucosa endometrial; la cual se necrosa y desprende, siendo secretados sus restos junto con células vaginales, moco y sangre, marcando el inicio del sangrado menstrual (3,7).

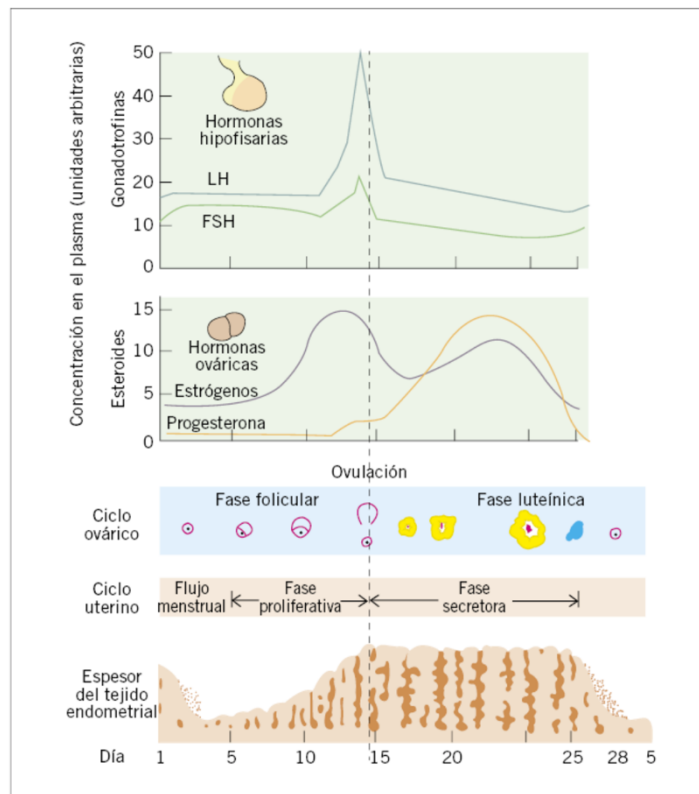


Ilustración 1. Ciclo menstrual normal. Rodriguez et al. (7)

3.1.3 Alteraciones del ciclo menstrual:

Si hablamos del mundo del deporte, resulta fundamental mencionar a grandes rasgos las alteraciones que se pueden dar, puesto que ha sido demostrado que la práctica deportiva inadecuada tiene perjuicios en la función reproductiva de las atletas, estimándose que alrededor del 80% padece algún tipo de disfunción menstrual. En ciertos casos, es suficiente con bajar las cargas del entrenamiento durante las fases de mayor "fragilidad" fisiológica, pero en otros acaba siendo necesario el tratamiento médico. Generalmente, estas anomalías en la función menstrual no se dan únicamente por una carga excesiva durante las fases citadas, sino que suele estar vinculado a otros factores como pueden ser el estrés y una inadecuada alimentación (5).

Desde un punto de vista clínico, para considerar la normalidad de un ciclo menstrual se deben considerar 3 esferas: la duración de cada ciclo, el intervalo en cada ciclo y la cantidad de sangrado menstrual.

Hablando de duración se considera normal aquel ciclo que tiene una variación de entre dos y siete días, con un promedio de cuatro. En segundo lugar, en cuanto al intervalo de tiempo entre cada periodo menstrual se considera normal entre 21 y 35 días (la media se sitúa de 26 a 30 días), lo cual depende fundamentalmente de la duración de la fase folicular. Por último, y más complejo de evaluar, es la cuantía de sangrado menstrual, como regla general no ha de sobrepasar los 80 mL, con un promedio de entre 30 a 40 mL por ciclo (3,5).

Teniendo en cuenta esto, se clasifican las disfunciones menstruales atendiendo a la cantidad de sangrado (por exceso o por defecto) o a la aparición de dolor durante la menstruación.

Alteraciones en la cantidad de sangrado:

- 1. Alteraciones menstruales por exceso:** cabe mencionar el sangrado menstrual abundante (SMA), hipermenorrea o hemorragia uterina disfuncional. El SMA se corresponde con una cantidad de sangrado mayor a 150 mL y/o duración mayor a 7 días y/o una distancia entre intervalos menstruales menor a 21 días. La principal causa es la existencia de los ciclos anovulatorios, debido a la inmadurez del eje hipotálamo-hipófiso-ovárico en los dos primeros años tras la menarquia, caracterizados por la hiperplasia endometrial (6).
- 2. Alteraciones menstruales por defecto:** como trastorno antónimo al anterior se encuentra la hipomenorrea, definida como un sangrado menorreico menor de 30 mL en forma de gotas, con una persistencia menor o igual a dos días o que aparezca en intervalos de entre 30 a 90 días. Se diferencia entre amenorrea primaria y secundaria (6,7).

La amenorrea primaria se corresponde con la carencia de menarquia a los 14 años unida a la ausencia de desarrollo de los caracteres sexuales secundarios o, por el contrario, a la ausencia de menarquia a los 16 años si estos se han desenvuelto de forma correcta. En cambio, la secundaria se caracteriza por, habiendo descartado embarazo, la privación de menstruación durante 6 o más meses en una mujer que ya la tenía. En la actualidad,

esta disfunción compone la tríada de la mujer atleta (amenorrea, desórdenes alimenticios y osteoporosis), la cual se da con mayor frecuencia en disciplinas que exigen mantener un peso bajo irreal, como pueden ser la gimnasia rítmica y artística o el patinaje artístico. Existen hipótesis que relacionan la amenorrea secundaria con la desaparición del efecto protector de los estrógenos sobre el hueso, produciendo un fuerte impacto sobre la densidad mineral ósea (4,6,7).

Además, todavía existe cierta disparidad de opiniones sobre si la aparición de amenorrea en atletas es secundaria a las altas cargas o a la composición corporal requerida según la modalidad deportiva, lo que si es seguro es que las mujeres que entrenan a altos volúmenes e intensidades desde edades muy tempranas sufren con mayor frecuencia amenorrea, aumentando todavía más las probabilidades de ésta si existen episodios previos de irregularidades menstruales (5).

Desórdenes caracterizados por la presencia de algia:

Entre ellos se encuentra la **dismenorrea**. Este dolor es de tipo cólico, localizado en la zona hipogástrica normalmente e irradiado hacia zona lumbar y muslos, acompañado de náuseas, astenia, fatiga, cefalea, irritabilidad y diarrea entre otros. Aparece horas antes de la aparición de la regla, persistiendo durante los tres primeros días y alcanzando su cenit el primer día de período (4,6,7). En cuanto a esta disfunción, se ha estudiado su menor prevalencia en deportistas en comparación a población general, por lo que cabe afirmar el efecto beneficioso del ejercicio físico sobre la disminución de esta afección (5).

Se diferencia entre dismenorrea esencial o primaria (en ausencia de ningún trastorno pélvico u hormonal) y la secundaria a procesos ginecológicos (como quistes ováricos o endometriosis). Estas dos alteraciones son las más incapacitantes, aunque existe una amplia variación en sintomatología y severidad, tiene altas implicaciones psicosociales y médicas en nuestra sociedad, por ejemplo, implicando altas tasas de absentismo escolar y, en este caso, deportivo (4,6).

3.1.4 Concepto de lesión y epidemiología en el mundo deportivo:

En cuanto al concepto de lesión, existe cierta problemática, puesto que hoy en día se carece de una base conceptual común.

Para ello, Timpka et al. proponen un modelo de clasificación común, basándose en la noción de deficiencia empleada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud (CIF).

Atendiendo puramente a la etiología, definen deterioro deportivo como la pérdida de funciones corporales o una desviación de la estructura causada por la transferencia de energía durante la participación en el deporte.

También precisan el concepto de discapacidad deportiva o enfermedad del deporte, el cual sufre variaciones según el punto de vista de los propios deportistas, de los servicios de salud o de las instituciones deportivas. Ambas tienen en común, el separarlas según la duración del evento causal, es decir, aquellas lesiones se originan instantáneamente y aquellas que se producen gradualmente en el tiempo.

El deportista ve esta “enfermedad deportiva” como un cúmulo de sensaciones progresivas asociados a un período de tiempo determinado (dolor o incomodidad asociado a carga física durante el entrenamiento o competición sin tiempos de recuperación adecuados que se extienden en el tiempo), el examinador como una enfermedad o síndrome medicamente reconocido y la institución deportiva como una pérdida de participación deportiva (8).

En cuanto al tipo de lesión, en la mayoría de la literatura existente se afirma que las más frecuentes son las de tipo ligamentoso, rondando entre el 20 y 40% (concretamente esguinces leves y moderados), seguidas de las lesiones musculares (20-30%) siendo la más común la rotura de isquiotibiales y más concretamente de bíceps femoral, contando las de tipo tendinoso en torno al 15% y las óseas con una frecuencia de aparición de entre el 3 y 10% de los casos (9,10).

En el mundo deportivo, las lesiones suelen darse con más frecuencia en la extremidad inferior (50-86%), concretamente con mayor incidencia en rodilla (24,1%), más concretamente la rotura de ligamento cruzado anterior (LCA), y tobillo (22,3%), situándose a la cabeza la rotura de ligamento lateral externo (LLE). Como en esta revisión se procede a analizar la incidencia en todo el complejo articular del tobillo-pie, se destaca que el pie se encuentra mucho menos involucrado en lesiones que el tobillo en el deporte, contando con una frecuencia del 9,6% solamente, dentro de ellas a la cabeza se encuentra la fascitis plantar (9,11).

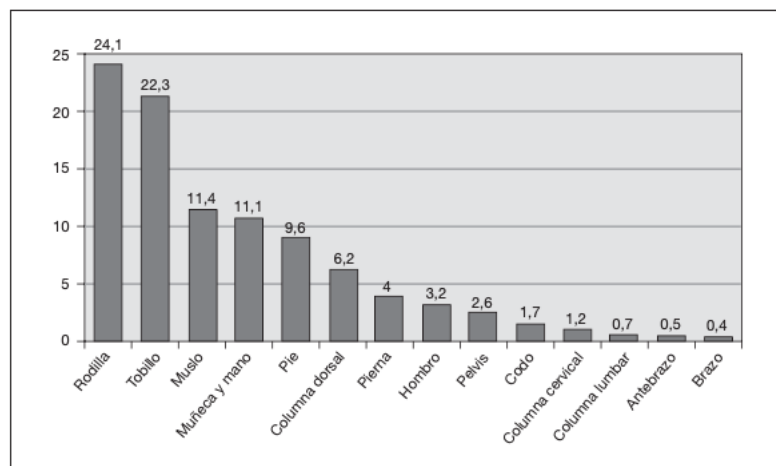


Ilustración 2. Distribución de las lesiones por regiones anatómicas en una serie de 3.202 lesiones. Moreno et al. (9)

3.1.5 Etiología y factores de riesgo:

El pie, al ser la única estructura corporal que impacta continuamente contra el suelo, es habitual que tienda a lesionarse más frecuentemente en aquellas actividades que impliquen una predominancia de saltos y carrera (11).

En cuanto a la etiología de las lesiones deportivas generales, cabe decir que es de origen multifactorial, resultado de las complejas interacciones de los diferentes factores de riesgo entre sí. Dividiéndose en lesiones por sobrecarga o por trauma deportivo, influidas por factores de riesgo tanto extrínsecos como intrínsecos.

En la literatura científica existe unanimidad a la hora de afirmar que la mayor parte de las lesiones ocurren durante la competición en comparación a las sesiones de entrenamiento, probablemente ya que los deportistas son propensos a comportamientos más agresivos y

osados durante la competición. Además, se atribuye una mayor tasa de lesión durante el campeonato en las primeras semanas, seguramente debido al efecto del entrenamiento una vez está más avanzada la temporada (2,11).

3.1.5.1 Factores extrínsecos:

Con respecto a los factores extrínsecos, se incluyen la superficie de práctica deportiva, el equipamiento deportivo empleado, los errores de entrenamiento (dosificación de los tiempos de actividad/reposo, intensidad y/o frecuencia del entrenamiento, etc.) y los factores climáticos.

Por ejemplo, las lesiones de tobillo serán más frecuentes en condiciones de lluvia o hielo, existiendo una mayor inestabilidad debido al menor agarre del pie, explicando la mayor aparición de lesiones ligamentosas con lluvia (10).

Además, en cuanto a lesiones musculares y/o tendinosas en este complejo, un clima caracterizado por altas temperaturas, un exceso de humedad y ausencia de viento determinará una mala eliminación del exceso térmico, mientras que una baja temperatura unida a viento disminuirá la contractilidad y absorción de fuerzas de la unión mio-tendinosa.

En cuanto al equipamiento deportivo y superficie de juego, existe un consenso general que establece que la mayor parte de lesiones se dan en aquellos deportes practicados sobre césped artificial, este material es bastante rígido, lo que hace que aumente en exceso la fricción entre el zapato y la superficie, aumentando el impacto contra el terreno y sobrecargando como consecuencia, estructuras del organismo. Respecto a zapatos y demás accesorios existe cierta controversia, afirmando algunos autores la mayor incidencia de perjuicios de tobillo en aquellos sujetos que emplean zapatos con cámara de aire, explicándose por la merma de estabilidad del retropié. De todos modos, existe consenso a la hora de afirmar que el empleo de esparadrapo o corsé para el tobillo reduce la incidencia de lesiones, al darle un estímulo propioceptivo a la articulación y limitando el movimiento del retropié, sobre todo hacia la inversión (2,11).

Por último, evidentemente influye el deporte practicado en todos los anteriores, así como el nivel de competencia y el nivel de habilidad del atleta (2), ya que existe una gran variabilidad de riesgo lesivo y de estructuras implicadas según la práctica deportiva elegida por el sujeto,

a su vez influida por factores demográficos, dado que el gusto deportivo varía según el país. Un estudio realizado por Moreno et al. en el que se analiza una serie de 3.202 lesiones en diferentes ámbitos deportivos, establece que el deporte que concentra un mayor número de casos de lesión es el fútbol (30,9%), seguido del baloncesto (22%), fútbol sala (15,5%) y atletismo (11,1%) (9). En otro estudio de Chamorro et al. sobre la epidemiología de lesiones deportivas atendidas en urgencias durante un periodo de 4 años, coinciden en la mayor incidencia de lesiones en el ámbito futbolístico (49,5%), seguido del ciclismo (9,5%) y baloncesto (8,7%) (10).

3.1.5.2 Factores intrínsecos:

Por otra banda, si hablamos de factores intrínsecos, cabe mencionar variables como la edad y el sexo, este último determinará tanto factores anatómicos como hormonales, que a su vez afectarán a los neuromusculares. A la vez que también el historial de lesiones, una rehabilitación previa inadecuada o el regreso prematuro al juego (2). Como fisioterapeutas, cobra especial importancia el control de los factores de riesgo durante la adolescencia de la deportista, ya que los importantes cambios que se producen tanto a nivel anatómico como hormonal no siempre conducen a una mejora de los factores neuromusculares, los cuales además pueden alterar los estabilizadores pasivos, provocando una disminución de la capacidad de estabilidad dinámica articular (11).

Sobre la edad, los mayores picos de frecuencia se dan en aquellas edades donde es más frecuente la realización de ejercicio físico, concretamente de deporte de tipo competitivo (15-25 años). En lo que toca a sexo, existe bastante unanimidad, hay un mayor riesgo de lesión deportiva en el colectivo femenino, concretamente de daño de LCA, estableciéndose una incidencia cuatro veces mayor que en el género masculino, y lo mismo ocurre para esguinces de tobillo, concretamente de LLE, en aquellos deportes que requieren abundantes cambios de dirección como el fútbol, baloncesto y balonmano. Se atribuye a esta última afección factores de riesgo propios de la anatomía de la mujer como pueden ser el aumento del varo tibial y de la eversión del calcáneo (2,9-11).

En los últimos años se ha estudiado el papel del arco longitudinal del pie, afirmando que su aumento aumenta significativamente el riesgo de padecer lesiones tanto en el pie como en regiones supradyacentes. Su aumento es orden del día en sujetos con fascitis plantar,

esguinces laterales de tobillo, síndromes de la cintilla iliotibial y fracturas por estrés del V metatarsiano. Por el contrario, en el grupo con arco disminuido suele ser asiduo el dolor anterior de rodilla, tendinitis rotuliana y fascitis plantar, así como fracturas por estrés en II y III metatarsiano (2,10).

Si hablamos de factores intrínsecos, es de especial importancia preguntar a la atleta sobre su historial previo de lesiones y rehabilitación recibida, puesto que un trauma deportivo mal curado puede fomentar además de cierta debilidad, desequilibrio muscular y deterioro ligamentoso, el miedo de la deportista a la recidiva, generando estrategias de reclutamiento muscular alteradas a causa de la inestabilidad creada por la lesión previa mal curada debido a la pérdida de neuroreceptores, produciendo la desafereciación de la articulación (11).

En diversos estudios se incluyen otros factores como la capacidad aeróbica, explicando que cuando el individuo alcanza la fatiga tiende a alterar los patrones de reclutamiento muscular, alterando de tal manera la distribución de cargas. Asimismo, se añade el papel del tamaño corporal (el cual produciría un aumento proporcional de las fuerzas sobre las estructuras) y el dominio de las piernas (estando mayormente expuesta a lesión la pierna dominante puesto es la que más carga tolera). No obstante, el papel de estos parámetros es bastante discutible debido a la disparidad de formas de medición empleadas en los estudios (2,11).

Lo mismo ocurre para otros factores como la circunferencia de la extremidad inferior, laxitud articular, tensión muscular y ROM, puesto que los métodos de medición empleados en los estudios publicados difieren bastante, destacando el hecho de que analizan diversas lesiones en una variedad de deportes con características muy variopintas, por lo que resulta de especial dificultad la interpretación de los resultados (2).

En consideración a factores neuromusculares de riesgo lesivo en miembro inferior, se han estudiado aspectos como la fatiga neuromuscular, la alteración de la intensidad y del tiempo de activación muscular (más concretamente tiempo de reacción de la musculatura peroneal, desequilibrios en la activación de músculos mediales y laterales a cuádriceps e isquiosurales, mayor activación de musculatura cuadrípital versus isquiosural, déficits en la activación muscular de la coxofemoral y déficits de estabilidad y activación de la musculatura del tronco, entre otros), la alteración de la capacidad de coactivación muscular, la estrategia de control dinámico del miembro inferior (la dominancia del plano frontal frente al sagital, determinando

un aumento del valgo dinámico de la rodilla), los desequilibrios neuromusculares entre pierna dominante y no dominante, un inadecuado *stiffness* muscular, déficits de control de la estabilidad postural, alteración propioceptiva y disminución de los mecanismos *feedforward* (anticipación o preactivación) (11).

Relacionado con esto último, se ha estudiado que durante actividades deportivas dinámicas las mujeres tienen significativamente menor flexión de rodilla, mayor valgo dinámico y mayor activación de cuádriceps frente a isquiotibiales durante los aterrizajes sobre una sola pierna. Estas alteraciones en la mecánica de la rodilla y cadera, además de sugerir un mayor riesgo de lesión en estos segmentos, también pueden suscitar un mayor riesgo de lesión en niveles infradyacentes (11,12).

En concreto, en el pie será de vital importancia la identificación de aquellos factores de riesgo biomecánicos modificables, puesto que, se encuentra muy extendido en la medicina deportiva el uso de aparatos ortopédicos para la prevención de lesiones, no obstante, es vital el análisis de las características biomecánicas de la deportista para identificar si realmente estas ortesis acomodativas o correctivas evitan realmente la incidencia lesiva, puesto que existe muy poca evidencia sobre si verdaderamente son eficaces para la prevención lesiva (12).

3.1.6 Estudios previos sobre respuestas orgánicas al ciclo menstrual en la deportista:

Como el objetivo fundamental de este proyecto es analizar el papel de los factores hormonales, en el apartado siguiente se analizará la influencia de estos cambios endógenos femeninos a nivel orgánico para así poder prevenir lesiones evitables en nuestras pacientes y/o regular la intensidad de nuestro protocolo de ejercicio durante el proceso de rehabilitación. Aún así, en la literatura científica actual se recogen una serie de efectos tanto beneficiosos como no beneficiosos al mismo tiempo, lo que complica encontrar una respuesta directa (13).

Un estudio realizado en 2013 por Kumar et al., en el cual se observaron las variaciones en el tiempo de reacción durante las diferentes fases del ciclo menstrual en una muestra de 30 mujeres eumenorreicas, sin antecedentes de irregularidades menstruales, ni trastornos visuales y/o auditivos entre otros, confirmó la existencia de una estrecha relación entre las altas concentraciones de hormonas gonadales femeninas y el aumento del tiempo de reacción. Lo cual se explica debido a que la fluctuación de las hormonas sexuales femeninas

(especialmente durante la fase lútea), produce una retención de sal y agua, alterando el proceso de conducción axonal y la disponibilidad de neurotransmisores en la sinapsis (14).

Otro estudio llevado a cabo por Nene et al. confirma la existencia de un tiempo de reacción más largo durante la fase luteínica, añadiendo además el papel del estrógeno como potenciador de la secreción del neurotransmisor de tipo inhibitor GABA, retrasando la conducción (15).

En lo que respecta a respuesta cardiorrespiratoria al ejercicio durante el ciclo menstrual, existe bastante discrepancia en la literatura científica, no se aprecian grandes variaciones en cuanto a variables ventilatorias y cardíacas ante ejercicio submáximo o máximo. No obstante, se corrobora que juega un papel de mayor peso la alta intensidad de un entrenamiento a la hora de aumentar la demanda respiratoria que el aumento paralelo del VO₂ y FC debido a la progesterona. El primero, aumenta como consecuencia del papel excitador de esta hormona sobre los quimiorreceptores hipotalámicos, junto con su acción de relajación de la musculatura lisa bronquial. En cambio, la FC aumentaría debido al papel termorregulador de la progesterona, la cual disipa el calor redistribuyendo el flujo sanguíneo hacia la piel (16-18).

En nuestro ámbito de actuación resulta de especial relevancia distinguir las diferencias en cuanto a función arterial durante las fases menstruales, determinando de tal manera la irrigación del tejido muscular durante el ejercicio físico. Se ha esclarecido la importancia de realizar modificaciones en el protocolo de entrenamiento aeróbico de la deportista, especialmente cuando se encuentre en fase folicular. Puesto que, si es sometida a altas intensidades de entrenamiento durante este período, existe riesgo de que se produzca un aumento agudo de la rigidez arterial y, por lo tanto, una consecuente pérdida de irrigación sanguínea hacia los tejidos, por ende, es de interés que sea sometida a intensidades bajas durante esta etapa. En fase lútea ya se podría volver a aplicar altas intensidades, ya que con el aumento de los niveles de estradiol y progesterona (los cuales tiene un efecto atenuador del sistema nervioso simpático) se reestablece la función endotelial normal (18).

Neuromuscularmente hablando, justamente los cambios en el perfil hormonal son los que se han ligado en particular a las lesiones músculo-esqueléticas (13), pero dentro de ellas, las lesiones de tobillo y pie son mucho menos estudiadas que las de rodilla y su relación con las fases menstruales. De todos modos, se han detectado una concatenación de factores

neuromusculares influidos por las hormonas femeninas que podrían guardar cierta relación con la predisposición a lesión en estas regiones.

Según algunos científicos, las mujeres tienen un 25% más de posibilidades de padecer una lesión de tobillo por fallos propioceptivos que los hombres a niveles similares de intensidad de ejercicio, puesto que se ha detectado una disminución de la Sensación de Posición Articular o *Joint Position Sense* (JPS) pasiva de 15° menos precisa que en el género masculino, además de un Rango de Movimiento Articular (ROM) de inversión máxima con una diferencia de 5° en la pierna dominante, por lo que sugiere mayor riesgo de sufrir esguince de tobillo. De todos modos, se han encontrado una JPS, laxitud, cinestesia y coordinación neuromuscular de rodilla cambiante durante las diferentes fases menorreicas, pudiendo ser vinculada a las fluctuaciones de progesterona y relaxina en las diferentes fases, no obstante, no se puede demostrar con certeza que el ciclo menstrual afecte al tobillo del mismo modo (19).

Además, se han detectado cambios en los perfiles de aceleración tibial dependiendo de las concentraciones de estrógeno sérico, observando un progresivo aumento del tiempo hasta la aceleración tibial máxima (TPTA) durante el ciclo menstrual, alcanzando un valor máximo en el momento de la ovulación. Este incremento, indica un menor control neuromuscular, sugiriendo una menor preactivación de los músculos de los miembros inferiores durante la anticipación al impacto instantes antes de aterrizar (12).

Durante los últimos años se han desarrollado una serie de novedosas investigaciones que confirman la existencia de numerosas variaciones biomecánicas durante el ciclo menstrual que han de ser consideradas además de las ya mencionadas, como las variaciones en la anchura de la sindesmosis tibioperoneal, variaciones en la distribución de presiones plantares y cambios en estructuras miotendinosas (12,13, 20, 21). Se ha demostrado el papel de las hormonas femeninas sobre la extensibilidad de la aponeurosis plantar, así como el papel de los estrógenos no sólo en el metabolismo de colágeno tipo I sino que también en el papel que juega a la hora de regular el grado de estiramiento de estructuras tendinosas, observándose un aumento de la longitud tendinosa en reposo en fase lútea, probablemente debido al papel del estradiol sobre el sistema simpático, influyendo en el músculo esquelético, provocando cambios en su dureza y resistencia, así como un mayor grado de fuerza y masa muscular durante esta fase (12,19-22).

Todas estas habituaciones sufridas por el cuerpo de la deportista, unidas ya a las preexistentes diferencias en cuanto a estrategias de equilibrio y marcha entre géneros, producen una redistribución de cargas y como consecuencia, una mayor propensión a sobrecargar segmentos corporales que serán más susceptibles a sufrir una lesión.

Como última pincelada a esta introducción sobre aspectos que se han de ahondar más en apartados venideros, se ha detectado en un estudio realizado el pasado 2020 por Machado et al. que, como consecuencia directa a todos estos factores ya mencionados, durante la fase media menstrual se incrementa el área de contacto total del pie, observándose como resultado un aumento de las cargas a nivel del mediopié, produciéndose un descenso del arco longitudinal interno y, como resultado, una clara tendencia a la pronación del pie (21).

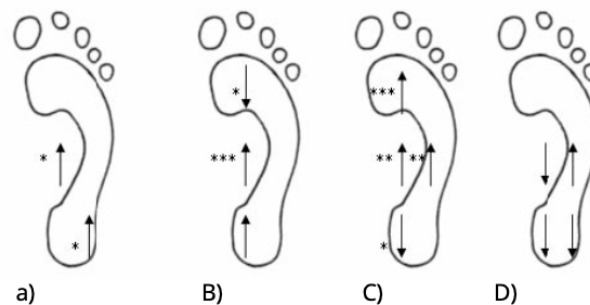


FIGURA 1: Carga relativa (%) durante a) la mitad del peso corporal y b) durante la bipedestación con todo el peso corporal. Diferencia de presión durante la bipedestación con y sin peso adicional (kPa) con c) medio peso corporal y d) peso corporal completo. * $p \leq 0,05$ ** $p \leq 0,01$ *** $p \leq 0,001$
↓ Disminución durante la ovulación y la mitad del ciclo.
↑ aumenta durante la ovulación y la mitad del ciclo

Ilustración 3. Distribución de las presiones plantares durante el ciclo menstrual. Machado et al. (21)

Si hablamos de parámetros psicológicos, ha de conocerse que durante el ciclo menstrual la percepción de esfuerzo y/o dolor de la atleta varía, lo cual influye directamente tanto en su rendimiento físico como en el proceso de recuperación. En diversos estudios, se han alcanzado índices de fatiga menores durante la fase lútea, relacionándose esta “analgesia lútea” a los altos niveles de progesterona, la cual produce inhibición intracortical al regular una mayor secreción del neurotransmisor inhibitor GABA, modificando de tal manera la respuesta afectiva al estímulo nociceptivo, haciendo que las deportistas puedan continuar haciendo ejercicio durante un mayor intervalo de tiempo debido a una menor percepción del dolor. Por lo tanto, ante esto se puede afirmar que no siempre la deportista no puede completar un protocolo de alta demanda debido a que haya alcanzado sus valores máximos de consumo

de oxígeno o frecuencia cardíaca entre otros, sino que las hormonas sexuales juegan un papel fundamental en la conectividad de la red de regulación emocional (22,23).

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO:

Como se ha mencionado con anterioridad, las lesiones deportivas generan un importante impacto económico en nuestra sociedad, tanto a nivel gubernamental, como de instituciones deportivas, aseguradoras o de las propias familias, los cuales han de correr con todos los gastos derivados de la recuperación del individuo.

Concretamente, las mujeres presentan un mayor riesgo de padecer una lesión deportiva que los hombres y, además, dentro de ellas las que afectan al complejo tobillo-pie ocupan el segundo puesto en el podio de las más frecuentes (9,11). En los últimos años, se ha investigado y confirmado el importante papel de las concentraciones hormonales en la predisposición a padecer lesiones de tipo músculo-esquelético, pero probablemente por los conflictos de intereses económicos existentes en lo referido a deporte femenino, las hormonas exclusivamente femeninas, como han sido las relacionadas con el ciclo menstrual han sido mucho menos estudiadas.

El fisioterapeuta, en el ámbito deportivo juega un papel fundamental, puesto que suele ser una de las primeras figuras a las que acuden los deportistas tras una lesión. Siendo de tanta importancia su habilidad para resolver el proceso clínico del individuo como su capacidad de asesoramiento para evitar una posible recidiva u otras lesiones evitables. Para ello, es de vital importancia controlar los diferentes factores que puedan estar a nuestro alcance para intentar minimizar al máximo el riesgo de lesión.

Por esta razón, este trabajo tiene como objetivo hacer una exhaustiva revisión de la literatura científica más contundente de la actualidad para poder llegar a una conclusión sobre qué papel ejercen exactamente las hormonas sexuales femeninas en la predisposición a lesión en esta región anatómica. Así pudiendo facilitar que, mediante la integración de un mayor saber sobre el tema, pueda mejorar el proceso asistencial de Fisioterapia en el mundo del deporte femenino, tanto en prevención de lesiones como en la mejora del proceso de readaptación deportiva, evitando el abandono precoz de la práctica deportiva y, con ello, el detrimento del estado de bienestar general de la mujer consecuencia del cese de la actividad física.

4. OBJETIVOS:

4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

La pregunta de investigación de la que parte este trabajo es la siguiente: *¿es posible establecer una relación entre la fase menstrual en la que se encuentre la deportista y el aumento del riesgo lesivo en el complejo tobillo-pie?*

La pregunta de investigación formulada sigue el esquema PICO recogido en la **Tabla 1**, no obstante, en este estudio no existe comparación puesto que no se comparará la predisposición a lesión de mujeres eumenorreicas con respecto a mujeres que presenten una disfunción menstrual.

Patient (Paciente)	Mujeres deportistas amateurs y profesionales eumenorreicas.
Intervention (Intervención)	Análisis de las fluctuaciones hormonales durante las diferentes fases del ciclo menstrual y sus implicaciones a nivel del complejo tobillo-pie.
Comparison (Comparación)	No existe.
Outcome (Resultado)	Determinar la relación existente entre las concentraciones hormonales cambiantes a lo largo del ciclo menstrual y el riesgo lesivo en el complejo tobillo-pie.

Tabla 1. Esquema PICO.

4.2 OBJETIVOS:

4.2.1 General:

Averiguar la relación existente entre las fluctuaciones de hormonas sexuales acaecidas durante el ciclo menstrual y el aumento del riesgo de lesión en el complejo tobillo-pie en deportistas con una función menstrual normal.

4.2.2 Específicos:

- Valorar cómo ha de ser dosificado el ejercicio terapéutico durante la rehabilitación de la deportista, considerando la fase menstrual en la que se encuentre.
- Evaluar la importancia de la modulación de cargas de entrenamiento durante el ciclo menstrual, pudiendo prevenir la aparición de lesiones. Con la realización de este trabajo, se buscará contribuir a la ampliación de los conocimientos existentes sobre este tema a través de un exhaustivo análisis de la evidencia actual, para que el fisioterapeuta dentro del equipo deportivo pudiera aportar las recomendaciones oportunas en cuanto a carga de entrenamiento según la fase menstrual en la que se tope la deportista.

Todo esto, teniendo una comunicación directa con las deportistas para poder realizar un seguimiento de su función menstrual, así como con el resto de los integrantes del equipo técnico, moviéndose todos por el objetivo común de combinar las satisfacciones deportivas con el bienestar general de la deportista.

- Evaluar la calidad metodológica de los estudios, aplicando para ello en apartados venideros las escalas oportunas atendiendo a las características de los estudios escogidos, las cuales han de integrar los aspectos más importantes a la hora de calificar el grado de recomendación y nivel de evidencia de los artículos seleccionados, con el fin de determinar la validez y utilidad de las investigaciones publicadas en la práctica clínica.
- Se pretenderá identificar, mediante la selección de una masa heterogénea de información entre la mejor evidencia posible, el nivel de conocimiento existente sobre este tema, así como sus lagunas de conocimiento, intentando proporcionar ideas susceptibles de investigación en un futuro.

5. MATERIAL Y MÉTODO:

5.1 FECHA DE LA REVISIÓN Y BASES DE DATOS:

En un primer lugar, antes de establecer de forma definitiva el tema objeto de estudio de este TFG, se realizó en febrero de 2021 una búsqueda en bases de datos específicas de revisiones sistemáticas con el objetivo de averiguar si ya existía alguna revisión sistemática sobre el tema, empleándose PEDro (“Physiotherapy Evidence Database”) y la Biblioteca Cochrane Plus (“The Cochrane Database of Systematic Reviews”).

Esta búsqueda, se complementó con una búsqueda simple en MEDLINE-PubMed, tampoco encontrando ningún tipo de estudio que analizase la relación existente entre el ciclo menstrual y el riesgo lesivo en el complejo tobillo-pie específicamente, únicamente estudios en los que se analiza de forma aislada laxitud ligamentosa, distribución de presiones plantares o adaptaciones neuromusculares, sin relacionarlos entre ellos y sin aunar todos estos factores en un solo estudio para relacionarlos con un posible aumento del riesgo lesivo.

Una vez establecido el tema a abordar, anteriormente descrito a través de la pregunta PICO detallada en la **Tabla 1**, se procedió durante el mes de abril de 2021 a realizar una búsqueda más exhaustiva con el motivo de obtener información científica para dar respuesta a la pregunta de investigación formulada, seleccionándose para la recopilación de información 5 bases de datos diferentes:

- Bases de datos internacionales de ciencias de la salud: MEDLINE-PubMed
- Bases de datos internacionales multidisciplinarias: SPORTDiscus, Web of Science (WoS) y Scopus.
- Bases de datos de revisiones sistemáticas: Cochrane Library.

5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN:

5.2.1. Criterios de inclusión:

- Artículos que estudien la relación entre el CM y alguna de las variables de estudio: fuerza muscular, rigidez muscular, elasticidad muscular, tono muscular, laxitud de tobillo, laxitud y grosor de la fascia plantar, control dinámico o propiocepción.
- Investigaciones llevadas a cabo únicamente en la especie humana.
- Publicados en lengua española, portuguesa, inglesa o francesa.
- Publicados entre 2011 y 2021.
- Han de contar con una muestra de al menos 10 individuos.
- Estudios efectuados en mujeres eumenorreicas.
- Estudios realizados en mujeres no consumidoras de anticonceptivos orales o cualquier otro tipo de medicamento que pueda afectar a la concentración de hormonas sexuales, al menos durante los 6 meses previos a la realización de la investigación.
- En la muestra sólo han de incluirse sujetos que no hayan sufrido ningún tipo de lesión en las extremidades inferiores en los últimos 6 meses antes de la realización del estudio.

5.2.2. Criterios de exclusión:

- No relacionados con la temática de estudio.
- Estudios que incluyan en su muestra sujetos con cualquier tipo de alteración metabólica.
- Se excluirán aquellos ensayos que incluyan en su muestra mujeres tanto menopáusicas como postmenopáusicas.
- Se excluirán aquellos estudios que contengan en su muestra mujeres embarazadas o en periodo de lactancia en el momento del estudio.
- Artículos de imposible acceso a texto completo a través de las bases de datos o repositorios facilitados por la biblioteca universitaria.
- Artículos que se encuentren duplicados en las diferentes bases de datos.
- Revisiones o estudios no completados.

5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA:

En las **Tabla 2-6**, se recogen las estrategias de búsqueda empleadas en las distintas bases de datos, así como los resultados obtenidos tras la aplicación de los diferentes filtros.

5.3.1 Búsqueda en PubMed:

Se lleva a cabo una búsqueda empleando los siguientes términos Mesh:

PALABRAS CLAVE	"Menstrual Cycle"[Mesh] "Ovulation" [Mesh] "Ankle Joint"[Mesh] "Ankle"[Mesh] "Ankle injuries" [Mesh] "Foot" [Mesh] "Foot injuries" [Mesh]
TIPO DE BÚSQUEDA	Avanzada
ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	((("Menstrual Cycle"[Mesh]) OR "Ovulation"[Mesh]) AND ("Ankle" [Mesh] OR "Ankle injuries" [Mesh] OR "Ankle Joint" [Mesh] OR "Foot"[Mesh] OR "Foot Injuries" [Mesh])
FILTROS APLICADOS	Publicados en los últimos 10 años. Idioma: español, francés, inglés y portugués. Humanos. Sexo femenino.
RESULTADOS	Iniciales: 21 Tras la aplicación de filtros: 8

Tabla 2. Búsqueda en PubMed.

5.3.2 Búsqueda en Cochrane Library:

Se realiza una búsqueda empleando las siguientes palabras clave:

PALABRAS CLAVE	“Menstrual cycle” “Menstruation” “Ovulation” “Ankle” “Ankle injury” “Foot” “Foot injury”
TIPO DE BÚSQUEDA	Avanzada
ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	TITLE-ABS-KEY (“menstruation” OR “menstrual cycle” OR “ovulation”) AND TITLE-ABS-KEY (“ankle” OR “ankle injury” OR “foot” OR “foot injury”)
FILTROS APLICADOS	Intervalo 2011-2021.
RESULTADOS	Iniciales: 52 Tras la aplicación de filtros: 37

Tabla 3. Búsqueda en Cochrane Library.

5.3.3 Búsqueda en SPORTDiscus:

Se realiza una búsqueda empleando las siguientes palabras clave:

PALABRAS CLAVE	<p>“Menstrual cycle”</p> <p>“Period”</p> <p>“Menstruation”</p> <p>“Menses”</p> <p>“Ankle injury”</p> <p>“Foot injury”</p> <p>“Lower limb injury”</p>
TIPO DE BÚSQUEDA	Avanzada
ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	TI-AB-KEY(menstrual cycle OR period OR menstruation OR menses) AND TI-AB-KEY (ankle injury OR foot injury OR lower limb injury)
FILTROS APLICADOS	<p>Texto completo.</p> <p>Publicados entre 2011-2021.</p>
RESULTADOS	<p>Iniciales: 199</p> <p>Tras la aplicación de filtros: 29</p>

Tabla 4. Búsqueda en SPORTDiscus.

5.3.4 Búsqueda en Web of Science (WoS):

Se realiza una búsqueda empleando las siguientes palabras clave:

PALABRAS CLAVE	<p>“Menstrual cycle”</p> <p>“Menstruation”</p> <p>“Ovulation”</p> <p>“Ankle”</p>
-----------------------	--

	<p>“Ankle injury”</p> <p>“Foot”</p> <p>“Foot injury”</p>
TIPO DE BÚSQUEDA	Avanzada
ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	TS= (menstrual cycle* OR menstruation* OR ovulation*) AND TS= (ankle* OR ankle injury* OR foot* OR foot injury*)
FILTROS APLICADOS	<p>Publicados entre 2011-2021</p> <p>Acceso abierto.</p> <p>Artículos y revisiones.</p> <p>Idiomas: inglés y portugués.</p>
RESULTADOS	<p>Iniciales: 125</p> <p>Tras la aplicación de filtros: 49</p>

Tabla 5. Búsqueda en Web of Science.

5.3.5 Búsqueda en Scopus:

Se realiza una búsqueda empleando las siguientes palabras clave:

PALABRAS CLAVE	<p>“Menstrual cycle”</p> <p>“Ovulation”</p> <p>“Menstruation”</p> <p>“Ankle”</p> <p>“Foot”</p> <p>“Injury”</p> <p>“Detriment”</p> <p>“Wound”</p>
-----------------------	--

TIPO DE BÚSQUEDA	Avanzada
ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	(TITLE-ABS-KEY ("menstrual cycle" OR "ovulation" OR "menstruation") AND TITLE-ABS-KEY ("ankle" OR "ankle injury" OR "foot" OR "foot injury"))
FILTROS APLICADOS	Fecha de publicación: 2011-2021. Acceso abierto: todo acceso abierto. Tipo de documento: artículos y revisiones. Idioma: inglés.
RESULTADOS	Iniciales: 320 Tras la aplicación de filtros: 61

Tabla 6. Búsqueda en Scopus.

5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA:

Para organizar toda la bibliografía localizada, elaborar las referencias bibliográficas y para situar las citas a lo largo del texto, se ha empleado el gestor bibliográfico Mendeley Desktop. No obstante, los artículos duplicados se han descartado de forma manual.

5.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS:

El proceso de selección de artículos para esta presente revisión se recoge en el diagrama de flujo representado en la **Ilustración 4**.

Influencia del ciclo menstrual en la incidencia lesiva en el complejo tobillo-pie: una revisión bibliográfica

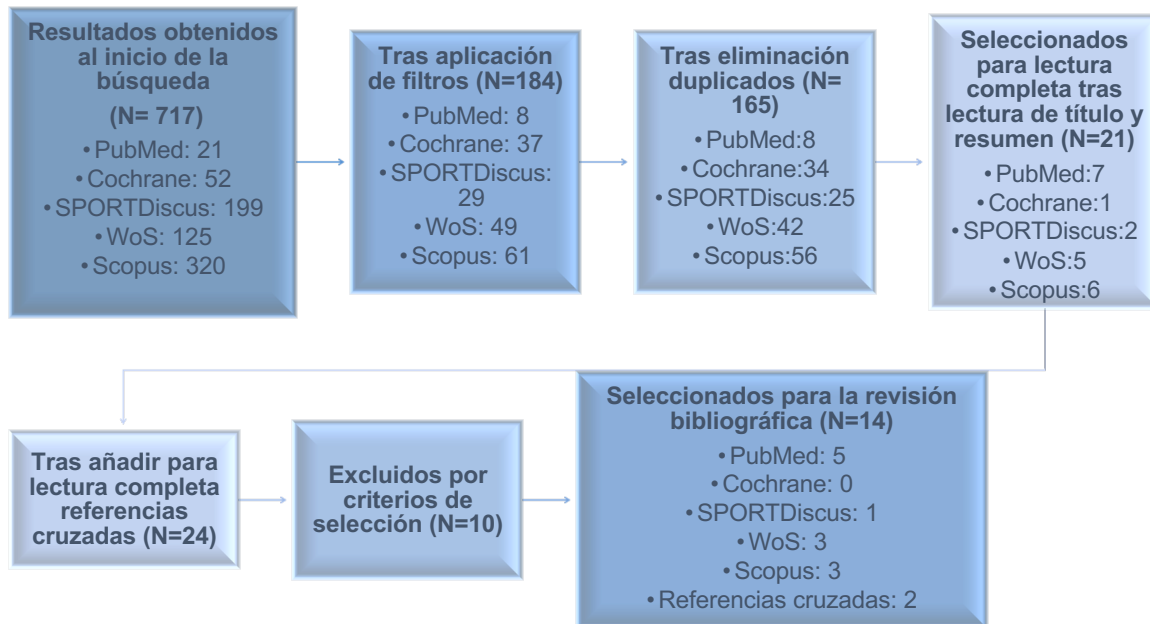


Ilustración 4. Proceso de selección de artículos.

Tras la lectura completa, se añadieron tres artículos por referencia cruzada, de los cuales sólo fueron incluidos dos para la revisión, al no especificar uno si las participantes habían sufrido algún tipo de lesión en los MMII en los últimos seis meses previos a la realización del estudio.

De los artículos obtenidos directamente de las bases de datos, nueve artículos fueron excluidos por no cumplir los criterios de selección. Seis de ellos por no aclarar si los sujetos incluidos en su muestra sujetos habían sufrido algún tipo de lesión en las extremidades inferiores en los últimos seis meses, dos de ellos por no excluir de su estudio a aquellas mujeres que hayan podido estar tomando tanto anticonceptivos orales como cualquier tipo de medicamento que pueda afectar a las concentraciones de hormonas sexuales (al menos durante los seis meses previos al estudio) y uno de ellos por contar con una muestra menor de 10 participantes.

5.6 VARIABLES DE ESTUDIO:

En los estudios seleccionados se han analizado cada uno de los siguientes aspectos:

- Tipo de estudio.
- Características de la muestra:
 - Tamaño muestral.
 - Edad.
- Método de detección del ciclo menstrual, fases menstruales de estudio.
- Variables analizadas:
 - Variables relacionadas con la estabilidad articular:
 - Aquellas relacionadas con las propiedades mecánicas de los estabilizadores dinámicos:
 - Activación muscular.
 - Fuerza muscular.
 - Rigidez muscular
 - Elasticidad muscular.
 - Tono muscular.
 - Aquellas relacionadas con las propiedades mecánicas de los estabilizadores pasivos:
 - Laxitud articular de tobillo.
 - Laxitud y grosor de la fascia plantar.
 - Otras variables:
 - Control postural dinámico: balanceo postural y temblor.
 - Propiocepción o “*joint position sense*” (JPS).

Influencia del ciclo menstrual en la incidencia lesiva en el complejo tobillo-pie: una revisión bibliográfica

Variable analizada	Método de medición/Prueba de valoración	Unidades de medida
Niveles de hormonas sexuales	Calendario autoinformado. Kit de ovulación Muestra sanguínea Muestra salival Cuestionario MDQ	Niveles de estradiol (pg/mL) Niveles de progesterona (pg/mL)
Fuerza muscular	Dinamometría EMG Prueba 1RM	TPF(N/kg/s) T50% (ms) Tp isocinéticos (Nm)
Rigidez, tono y elasticidad muscular	EOC Palpación mediante dispositivo no invasivo	Rigidez (N/m) Tono (Frecuencia de oscilación (Hz)) Módulo de cizalla elástica (kPa)
Activación muscular	EMG	REM (ms) Frecuencia de activación (Hz)
Laxitud articular, laxitud y grosor de la fascia plantar	Artrometría Goniometría ECO Calibres digitales Prueba de cajón anterior	ROM (°) Longitud (mm)

Control postural dinámico: Temblor y balanceo postural	SEBT Posturografía	Desplazamiento (cm) Tasa de balanceo (mm/s) Longitud de oscilación (mm)
Propiocepción	Emparejamiento posicional activo	

Tabla 7. Síntesis de las pruebas de valoración empleadas en los artículos para las diferentes variables de estudio.

El criterio fundamental para escoger esta serie de variables para ser analizadas a lo largo de esta presente revisión es el hecho de ser claros predictores del riesgo lesivo en las patologías más frecuentes en el complejo tobillo-pie, al determinar las interacciones dadas entre ellas un mayor o menor control neuromuscular y/o estabilidad articular de la deportista.

Dividiéndose en variables que atienden a los efectos producidos consecuencia del CM en las **propiedades mecánicas de los estabilizadores activos** (fuerza, rigidez, elasticidad, activación y tono muscular) y **pasivos** (laxitud articular, laxitud y grosor de la fascia plantar). Así como, las consecuencias de los dos anteriores en variables como el **control postural dinámico** y la **propiocepción**.

6. RESULTADOS:

6.1 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA:

Teniendo en cuenta que, la Escala PEDro-Español no se ajusta a la perfección al tipo de ensayos seleccionados, se ha empleado la Escala Oxford del Centro de Medicina Basada en la Evidencia, con el fin de evaluar tanto el grado de recomendación como el nivel de evidencia de los artículos escogidos en el presente trabajo.

El objetivo de la Escala Oxford es establecer un grado de recomendación según la evidencia científica presentada y un nivel de evidencia basado en el tipo de estudio que se trata.

Esta escala diferencia 3 grados de recomendación (de la A a la C). Al mismo tiempo, estos grados se subdividen en apartados que analizan el nivel de evidencia, abarcando desde el nivel 1 (nivel más alto de evidencia) al nivel 4 (nivel más bajo de evidencia) (24). Quedando recogidos estos datos de forma resumida en el **Anexo 2**.

Todos los estudios incluidos en la revisión obtuvieron un nivel de evidencia 4 y un grado de recomendación C, al tratarse se estudios de cohortes de baja calidad. La calificación obtenida tras la aplicación de la escala a los estudios se encuentra recogida en el **Anexo 3**.

6.2 RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS:

Para la presente revisión, se analizaron un total de 14 artículos, todos ellos son prospectivos de tipo analítico observacional (cohortes).

Entre los estudios seleccionados, cinco utilizaron grupo control eligiendo un grupo masculino en el que realizar las mediciones paralelamente, ya que en algunos artículos también se buscaba analizar las diferencias existentes en cuanto a sexo en los parámetros analizados, así como evaluar la confiabilidad entre días de las mediciones. Pero, de todos modos, estas diferencias serán obviadas en este trabajo, puesto que sólo es de interés buscar las diferencias en el tiempo en las mediciones efectuadas en el grupo femenino, con el fin de obtener respuesta a la pregunta de investigación formulada.

A continuación, se expone una tabla resumen (**Tabla 8**) en la que se sintetizan los artículos seleccionados. Se estructurará en los siguientes apartados: tipo de estudio, características de

la muestra (tamaño muestral y edad de los participantes) método de detección de la fase del ciclo menstrual (CM) y fases estudiadas, parámetros estudiados, procedimiento y resultados. Dentro del apartado de método detección, se aclarará si se controla la temperatura corporal de las participantes, siendo estabilizada antes de realizar las mediciones. Se indicarán también la autoría del estudio y el año de publicación.

Autores y fecha	Tipo de estudio	Características de la muestra	Método detección CM, fases estudiadas y control TCB	Parámetros estudiados	Procedimiento	Resultados
Andrade et al. 2016 (25)	AO	26 mujeres (edad media= 21,3 ± 5,5 a.) y 12 hombres (edad media= 17,5 ± 0,5 a.)	Método: Autoinformado Fases: FF y FL. Control TCB: No.	Fuerza muscular.	Se evaluó mediante dinamometría isocinética los Tp de cuádriceps e isquiotibiales en Md y Mnd a 5-95° F de rodilla en 5 repeticiones a velocidad angular de 60°/s. Se aportó un estímulo visual y auditivo.	Relación de fuerza Tp isquiotibiales/ cuádriceps para Mnd menor en mujeres en FF.
Romero-Parra et al. 2021 (26)	AO	19 mujeres (edad media= 28,6 ± 5,9 a.)	Método: Autoinformado + kit de ovulación + muestra sanguínea. Fases: FF y FL. Control TCB: No.	Fuerza muscular.	Calentamiento: cicloergómetro (5'), estiramientos dinámicos, ejercicios de movilidad y sentadillas a 50-60% RM. Protocolo de ejercicio de resistencia basado en excéntricos (10x10 sentadillas al 60% RM, 2' descanso entre series). Se estimó 1RM en cada sesión.	No se observaron cambios significativos en la fuerza muscular entre fases menstruales.

<p>Michalski et al. 2020 (27)</p>	<p>AO</p>	<p>23 mujeres. Edad: 20-22 años.</p>	<p>Método: Autoinformado Fases: FF, FO y FL. Control TCB: No.</p>	<p>Fuerza muscular.</p>	<p>Primeramente, se calculó la fuerza de esperada en las diferentes articulaciones en cada sujeto, tras medir los brazos de palanca, atendiendo a las referencias anatómicas marcadas.</p> <p>Se realizó un calentamiento de 10' y se midió la fuerza muscular de flexores y extensores de cadera y rodilla a diferentes ángulos articulares (10 y 90°). Mediante la realización de una contracción isométrica mantenida de 3", medida por dinamometría.</p>	<p>No se obtuvieron diferencias significativas en los valores torques durante las diferentes fases del CM.</p>
<p>Taş et al. 2020 (28)</p>	<p>AO</p>	<p>30 mujeres (edad media 21,3 ± 1,6 a.)</p>	<p>Método: Autoinformado Fases: FF, FO y FL. Control TCB: No.</p>	<p>Rigidez, elasticidad y tono muscular.</p>	<p>Se midió mediante un dispositivo de palpación digital no invasiva que aplicó un impulso mecánico de corta duración (15s) a fuerza constante (0,6 N) sobre GM, tendón de Aquiles y rotuliano sobre puntos de referencia.</p> <p>Se realizaron sobre la pierna derecha en estado de reposo (E de rodilla y tobillo en PN).</p>	<p>El CM no tuvo efecto significativo en la rigidez, elasticidad y tono músculo-tendinoso.</p>

<p>Saeki et al. 2018 (29)</p>	<p>AO</p>	<p>12 mujeres (edad media= 24 ± 3,5 a.). 12 hombres (edad media= 24,3 ± 2,7 a.).</p>	<p>Método: Autoinformado Fases: FF, FO y FL. Control TCB: No.</p>	<p>Rigidez muscular. Laxitud de tobillo.</p>	<p>Con la rodilla extendida y el tobillo sujeto a la plataforma del dinamómetro se midió el torque pasivo generado hacia la FD (25°) con velocidad angular de 5°/s. Se empleó la EOC para medir la rigidez del tríceps sural a 0° de F de rodilla, 20° FD de tobillo y posición neutra de MTF.</p>	<p>No hubo diferencias en cuanto a rigidez muscular y laxitud de tobillo en las diferentes fases menstruales.</p>
<p>Ham et al. 2020 (30)</p>	<p>AO</p>	<p>37 mujeres. Edad: 18-30 a.</p>	<p>Método: Autoinformado + kit de ovulación + prueba salival. Fases: FF y FO. Control TCB: No</p>	<p>Rigidez muscular.</p>	<p>Se marcaron diferentes puntos de referencia en RF, cabeza larga de BF, TA y GM de Md. Se midió 2 veces mediante EOC la rigidez muscular en contracción voluntaria activa y en relajación.</p>	<p>En reposo, no se obtuvo diferencias significativas en rigidez media en RF, BF, TA Y GM en las diferencias fases del CM. En contracción, se obtuvo mayor rigidez durante la fase folicular.</p>
<p>Bell et al. 2012 (31)</p>	<p>AO</p>	<p>15 mujeres (edad media= 20,4 ± 1,6 a.) 15 hombres (edad</p>	<p>Método: Autoinformado + análisis de sangre. Fase: FF.</p>	<p>Fuerza, activación y rigidez muscular.</p>	<p>Se palparon mediante una prueba muscular manual los puntos de referencia para la colocación de electrodos EMG en la cabeza larga del bíceps. Se midió decúbito prono a 30° de F rodilla REM, T50% y TPF.</p>	<p>Se correlacionó negativamente el estrógeno con RMT y TPF.</p>

		media= 20,9 ± 1,7 a.) .	Control TCB: No.		Se evaluó la RMT de la cabeza larga del BF. Se colocó un peso equivalente al 10% del peso corporal del sujeto y se pidió que contrajera isométricamente para sostener la pierna a 30° de F de rodilla, a la vez que se aplicaba una perturbación en calcáneo. Ambas se repitieron 5 veces en MID, dejando 1` de descanso entre ensayo.	
Lee et al. 2016 (32)	AO	19 mujeres (edad media= 20,8 ± 1,8 a.)	Método: Autoinformado + kit de ovulación. Fases: FF y FO. Control TCB: No.	Activación muscular. Balanceo postural.	Se realizaron 8 tareas de equilibrio en orden creciente de dificultad y se registraron mediante una plataforma de fuerza la tasa de balanceo y con EMG la activación de TA y PL en ambos MMII.	Se registró un aumento de la tasa de balanceo y de la cocontracción TA/PL durante FO, en las 2 tareas más difíciles. Aumentó la activación de TA en FO pero fue igual la de PL durante las diferentes fases. La activación de TA aumenta cuando disminuye la capacidad para controlar el balanceo.
		20 mujeres (edad	Método: autoinformado + kit ovulación.	Rigidez, elasticidad y tono muscular.	Se realizó una prueba de equilibrio consistente en mantener la posición de tándem con los ojos cerrados sobre una superficie de espuma.	Se notificó una disminución del tono muscular en TA, PL y GL durante FO. Disminuyó la rigidez de TA y PL durante FO.

<p>Yim et al. 2018 (33)</p>	<p>AO</p>	<p>media= 20,7 ± 1,6 a.)</p>	<p>Fases: FF y FO. Control TCB: Sí.</p>	<p>Balaceo postural.</p>	<p>Se midió en el Md mediante un dispositivo de palpación digital no invasiva con un acelerómetro incorporado las propiedades mecánicas de PL, TA y GL. El balaceo postural se midió empleando una plataforma de fuerza que facilitó la evaluación del desplazamiento del CoP.</p>	<p>Aumentó la elasticidad de TA en FO. Aumentó el balaceo postural en FO. Concluyeron una fuerte correlación entre las características del balaceo y las propiedades mecánicas de los estabilizadores de tobillo.</p>
<p>Ikarashi et al. 2020 (34)</p>	<p>AO</p>	<p>14 mujeres (edad media= 20,9 ± 1,2a.)</p>	<p>Método: Autoinformado + MDQ. Fases: FF, FO Y FL. Control TCB: Sí.</p>	<p>Propiocepción. Laxitud de tobillo.</p>	<p>Se realizaron 2 tareas de emparejamiento posicional articular activo en FD y FP con una duración de 10' en Md. Se colocaron en una posición de 30°F de cadera y 90° F rodilla, con los MMII cubiertos por una mesa y se midió mediante un dispositivo el ROM de tobillo. Se calculó el 15%, 30% y 45% de ROM y se enseñó y mandó memorizar las posiciones a las participantes desde una posición máx. de FD y FP.</p>	<p>No se detectaron cambios en laxitud de tobillo ni en la JPS a lo largo del CM.</p>

					Luego se pidió la reproducción de estas posiciones a través de un monitor para medir la JPS.	
Ericksen et al. 2012 (35)	AO	20 mujeres (edad media= 23,8 ± 6,50 a.) 20 hombres (edad media= 23,90 ± 4,15 a.)	Método: Autoinformado + kit de ovulación. Fases: FF y FL. Control TCB: No.	Laxitud de tobillo. Control postural dinámico.	Se empleó un artrómetro para medir la laxitud IE y AP de tobillo a 0° de FP (comprobado con goniómetro) en Md y Mnd. Luego se realizó el SEBT únicamente en dirección póstero-medial en 5 intentos con 2' de descanso entre intento.	La estabilidad mecánica del tobillo y control postural dinámico no cambiaron en las mujeres a lo largo del CM.
Lee et al. 2018 (36)	AO	19 mujeres (edad media= 25,9 ± 1,8 a.) 17 hombres edad media 27,3 ± 2,0 a.)	Método: Autoinformado + kit de ovulación. Fases: FF y FO. Control TCB: Sí.	Laxitud de tobillo. Grosor y laxitud fascia plantar. Balaceo postural y temblor.	Se midió la longitud, ancho y arco del pie de ambos MMII en carga mediante un calibrador digital situando el pie sobre una hoja de polipropileno recubierta de talco (en posición neutra de tobillo). Se evaluó mediante ECO el grosor de la fascia plantar en carga y descarga (en posición neutra de tobillo). Se realizaron 8 tareas de equilibrio en orden creciente de dificultad sobre una	Se detectó en las mujeres una mayor elasticidad de la fascia durante la FO (> longitud del pie en carga y < grosor fascial en carga). Y mayor laxitud general tanto en condiciones estáticas como dinámicas. Durante las pruebas de equilibrio se detectó peor control motor en rodilla y pie durante FO.

					plataforma de fuerza para medir el balanceo postural y temblor.	
Petrofsky et al. 2015 (37)	AO	15 mujeres (edad media= 25,7 ± 2,1 a.)	<p>Método: Autoinformado + kit de ovulación.</p> <p>Fases: FF y FO.</p> <p>Control TCB: Sí.</p>	<p>Laxitud de tobillo.</p> <p>Laxitud y grosor de la fascia plantar.</p> <p>Balanceo postural y temblor.</p>	<p>Se midió la longitud del pie de ambos MMII en posición neutra en carga (uni y bipodal) sobre una hoja de prolipropileno con talco usando un calibre digital. Luego se evaluó mediante ECO el grosor fascial en descarga y carga (bipodal) en posición neutra de tobillo.</p> <p>Se evaluó el balanceo y temblor durante 8 tareas de equilibrio en orden creciente sobre una plataforma de fuerza.</p>	<p>Se notificó un impacto de los cambios en elasticidad fascial sobre el balanceo y temblor.</p> <p>La longitud del pie aumentó durante FO tanto en apoyo uni como bipodal. Aumentando casi un 50% en longitud por kg de peso corporal aplicado en FO.</p> <p>El espesor fascial disminuyó un 40% aprox. por kg de peso corporal aplicado en FO.</p> <p>Asociado a estos cambios sucedió una disminución del equilibrio y un aumento del temblor y balanceo postural en FO.</p>
Yamazaki et al. 2021 (38)	AO	14 mujeres (edad media= 21,1 ± 0,3 años)	<p>Método: Autoinformado + kit de ovulación.</p>	<p>Laxitud de tobillo.</p>	<p>Se midió la longitud del LTFA mediante ECO y se calculó el cambio de longitud normalizado con la aplicación de tensión en prueba de cajón anterior.</p>	<p>Se notificó un aumento del desplazamiento en la prueba de cajón anterior en FO y FL.</p>

			<p>Fases: FF, FO y FL.</p> <p>Control TCB: Sí.</p>	<p>Se realizó la prueba de cajón anterior aplicando un dispositivo de tensión con una fuerza dirigida de 120N, midiendo de nuevo la longitud de desplazamiento.</p>	
--	--	--	--	---	--

GLOSARIO DE ABREVIATURAS:

AO (Analítico Observacional); **AF** (Actividad Física); **IMC** (Índice Masa Corporal); **CM** (Ciclo Menstrual); **FF** (Fase Folicular); **FO** (Fase Ovulatoria); **FL** (Fase Lútea); **TCB** (Temperatura Corporal Basal); **Tp** (Torques pico isocinéticos); **Md** (Miembro Dominante); **Mnd** (Miembro No Dominante); **RM** (Repetición Máxima); **GM** (Gastrocnemio Medial); **E** (Extensión); **PN** (Posición Neutra); **FD** (Flexión Dorsal); **EOC** (Elastografía por Ondas de Corte); **MTF** (Articulación Metatarsofalángica); **BF** (Bíceps Femoral); **RF** (Recto Femoral); **TA** (Tibial Anterior); **F** (Flexión); **EMG** (Electromiografía); **REM** (Retardo Electromecánico); **T50%** (Tiempo hasta 50% Torque Máximo); **TPF** (Tasa de Producción de Fuerza); **RMT** (Rigidez Músculo-Tendinosa); **MCV** (Máxima Contracción voluntaria); **MID** (Miembro Inferior Derecho); **PL** (Peroneo Largo); **GL** (Gastrocnemio Lateral); **CoP** (Centro de Presión); **FP** (Flexión Plantar); **JPS** (*Joint Position Sense*); **ROM** (Rango Articular); **IE** (Interno-Externo); **AP** (Antero-posterior); **SEBT** (*Star Excursion Balance Test*); **ECO** (Ecografía músculo-esquelética); **LTFA** (Ligamento Talofibular Anterior).

Tabla 8. Síntesis de las características de los estudios seleccionados

6.3 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO:

6.3.1 Características de la muestra:

En cuanto a las características de los participantes de los estudios, la edad media no ha superado los 35 años. El tamaño muestral ha oscilado entre los 12 individuos (el más pequeño) y los 37 individuos (el más numeroso).

En cinco estudios, se incluye como grupo control un conjunto masculino con el fin de verificar si los parámetros estudiados también fluctúan a lo largo de un mes sin variación hormonal alguna (25, 29, 31,35, 36).

6.3.2 Métodos de detección CM y control TCB:

En lo referido a fases estudiadas, todos han tenido en común la realización de las mediciones durante la fase folicular, puesto que los estrógenos alcanzan su concentración nadir en este momento. No obstante, 10 estudios compararon esta fase con la ovulatoria, en la cual se da la primera concentración pico de estrógenos (27-30, 32-34, 36-38) añadiendo el estudio de la fase lútea (segundo pico estrogénico) en 5 casos (27-29, 34, 38). En 3 estudios únicamente compararon la fase folicular con la lútea (25, 26, 35) y en 1 caso sólo estudiaron la fase folicular (31).

Si hablamos de métodos de detección del CM, los 14 estudios tienen en común la utilización de un calendario autoinformado, es decir, como mínimo los 3 meses previos a la realización del ensayo se efectuó un seguimiento de la función menstrual de las participantes, con el fin de objetivar cualquier disfunción menstrual y también poder calcular la duración promedio del ciclo menstrual por parte de los investigadores, así como el momento esperado para la ovulación.

A partir de ahí, en 7 estudios se facilitó un kit de detección de la ovulación a las participantes, para poder comenzar las mediciones en cuanto existiera un resultado positivo (26,30,32,33,35-38).

En los ensayos efectuados por **Romero-Parra et al. y Bell et al.**, se añadió el empleo de un análisis de sangre para confirmar si la mujer se encontraba en la fase menstrual esperada (26, 31). Mientras que **Ham et al.** añadieron una prueba salival con el mismo objetivo (30).

Por último, **Ikarashi et al.** únicamente emplearon el calendario autoinformado junto con el *Menstrual Distress Questionnaire (MDQ)* (34).

Únicamente en 6 de los estudios se controló la temperatura corporal basal de los sujetos antes de la realización de las mediciones, estabilizándose en una sala a temperatura controlada 20 minutos antes con el fin de aislar el efecto de la temperatura en las mediciones y así analizar únicamente el efecto de las hormonas sexuales sobre las diferentes estructuras (32-34, 36-38).

6.3.3 Parámetros estudiados y resultados obtenidos:

Para el análisis de las variables estudiadas en los diferentes artículos, como ya se mencionó en el apartado “*Variables de estudio*”, se clasificarán según representen los efectos del CM sobre los estabilizadores dinámicos, estabilizadores estáticos y, por último, sobre equilibrio y propiocepción.

En lo correspondiente a los cambios producidos sobre los estabilizadores dinámicos, en esta revisión se cuenta con 9 ensayos que analicen específicamente las variables relacionadas con estas estructuras.

La variable fuerza muscular se analiza en un total de 4 estudios, obteniendo resultados controvertidos.

- Sólo dos estudios obtuvieron diferencias significativas en cuanto a fuerza muscular a lo largo de los diferentes estadios menstruales (**Andrade et al.** (25) y **Bell et al.** (31)). Ambos encontraron una correlación negativa entre los niveles de hormonas esteroideas y los niveles de fuerza.
- Otros dos estudios no encontraron diferencias significativas en cuanto a fuerza muscular durante el CM (**Romero-Parra et. al** (26) y **Michalski et al.**(27)).

La variable rigidez muscular, se midió en 5 de los 14 estudios, recabando los siguientes resultados:

- Se obtuvo una correlación negativa entre los niveles de hormonas sexuales y el grado de rigidez muscular en 3 de ellos (**Ham et al.** (30), **Bell et al.** (31) y **Yim et al.** (33)).
- En 2 estudios no se encontraron cambios en la rigidez muscular (**Taş et al.** (28) y **Saeki et al.** (29)).

Las variables tono y elasticidad muscular, se midieron en 2 estudios, encontrando en ambos un aumento de la elasticidad paralelo al aumento de las concentraciones estrogénicas, así como una disminución del tono muscular (**Taş et al.** (28) y **Yim et al.** (33)).

Por lo que se refiere a activación muscular, **Bell et al.** y **Lee et al.**, describieron la influencia del CM en la activación de la musculatura estabilizadora, hiperactivándose durante la fase ovulatoria (31,32).

Con referencia a las variables relacionadas con las estructuras estabilizadoras pasivas, se analizaron variables como la laxitud de tobillo en 6 de los 14 artículos seleccionados, obteniendo resultados nuevamente resultados dispares:

- En 3 de ellos no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a cambios en la laxitud de tobillo a lo largo del CM (**Saeki et al.** (29), **Ikarashi et al.** (34), y **Ericksen et al.** (35))
- En contraposición, **Lee et al.**, **Petrofsky et al.** y **Yamazaki et al.**, notificaron cambios importantes en la laxitud de tobillo durante la fase ovulatoria (36-38).

Para la variable laxitud y grosor de la fascia plantar, se obtuvieron resultados unánimes, obteniendo una correlación inversa entre el incremento de hormonas sexuales y el grado de grosor y elasticidad de la fascia plantar (**Lee et al.** (36), **Petrofsky et al.** (37)).

En torno a los factores relacionados con control dinámico y propiocepción, **Ikarashi et al.** y **Ericksen et al.** no toparon diferencias en materia de propiocepción y control dinámico respectivamente durante los diferentes lapsos menstruales (34,35). No obstante, **Lee et al.**, **Yim et al.**, **Lee et al.** y **Petrofsky et al.** detectaron un aumento tanto del temblor como del balanceo postural en fase ovulatoria (32,33,36,37).

7. DISCUSIÓN:

El propósito de este trabajo fue analizar la influencia del ciclo menstrual como indicador de riesgo lesivo en el complejo tobillo-pie en mujeres eumenorreicas recreacionalmente activas.

Tras analizar de forma exhaustiva los 14 artículos seleccionados para esta revisión, se ha observado la existencia de una gran heterogeneidad, tanto de resultados obtenidos como de métodos de medición de las diferentes variables. Consecuentemente, no se logra un consenso que dé respuesta a la pregunta de investigación planteada al inicio de este trabajo. Debido a la disparidad de resultados recogidos en los estudios analizados, la discusión se expondrá tratando de establecer vínculos entre las diferentes variables y los resultados obtenidos por cada uno de ellos.

Además, tras haber aplicado la escala Oxford, los 14 artículos obtuvieron tan sólo un nivel de evidencia 4 y grado de recomendación C, pudiendo calificar su calidad metodológica como baja.

En los diferentes estudios seleccionados, se ha hipotetizado la posible existencia de alteraciones en la integridad de las estructuras músculo-esqueléticas de la deportista a causa de la respuesta a las fluctuaciones hormonales normales. Para intentar confirmar esta teoría, se analizaron diferentes variables que pueden ser indicadoras de riesgo lesivo. No obstante, ante la desemejanza de hallazgos encontrados en los diferentes estudios, podría sugerir que únicamente las concentraciones hormonales anormales durante el CM podrían ser las causantes de diferencias significativas en la integridad de estas estructuras y el riesgo de lesión subsecuente.

De todos modos, la mayor parte de la literatura previa en lo relacionado al análisis del CM como predictor lesivo, gira alrededor del estudio de su implicación en lesión de LCA, debido a la diferencia entre tasas de lesión de LCA entre hombres y mujeres, siendo mucho mayor en este segundo grupo. Se ha confirmado la influencia del CM sobre el riesgo lesivo de LCA, lo que podría sugerir el hecho de que las fluctuaciones hormonales y la consecuente inestabilidad mecánica y funcional alterada en la rodilla contribuyan también a la lesión del complejo tobillo-pie, por lo que también podría resultar importante analizarla de forma paralela (35).

En primer lugar, en los diferentes estudios que analizaron la implicación conjunta de progesterona y estrógenos como determinantes de riesgo lesivo, no se encontraron resultados concluyentes sobre si la progesterona influye directamente en las propiedades mecánicas de las estructuras del sistema músculo-esquelético, puesto que se ha detectado un posible efecto antiestrogénico, aunque este campo necesita mucha más investigación antes de establecer conclusiones definitivas (31).

Debido a este probable efecto antiestrogénico y al mayor desconocimiento sobre esta hormona, en los diferentes estudios se han centrado en el análisis de la hormona estrogénica.

Se analizó la posible inestabilidad dinámica generada en el MI a causa de las concentraciones de hormonas reproductivas cambiantes a lo largo del CM, generando consecuentemente un exceso de carga sobre el complejo tobillo-pie. Detectándose como posibles cambios predictores de lesión aquellos acaecidos en las estructuras músculo-esqueléticas ocasionados por el efecto directo del estradiol sobre los estabilizadores estáticos y dinámicos, así como su efecto indirecto sobre estos últimos también, generando a su vez todos estos cambios potenciales sobre control postural dinámico y propiocepción.

Se han identificado receptores de estrógeno alfa y beta dentro del tejido conectivo (tendones, ligamentos y músculo esquelético), creyéndose que pueden ser causantes de una modulación en cuanto propiedades mecánicas tanto de las estructuras estabilizadoras activas como pasivas (31). Estos receptores, al regular las propiedades mecánicas de los tejidos, alterarían de tal modo la síntesis de proteínas tisulares, ocasionando diferencias en la transmisión de fuerza miofascial durante el CM (36,37).

7.1 EFECTOS DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LOS ESTABILIZADORES ESTÁTICOS:

Con el propósito de obtener una respuesta a esta hipótesis expuesta, se analizaron artículos cuyo objeto de estudio eran variables como la laxitud de tobillo y la laxitud y grosor de la fascia plantar debido a su importante papel en la estática y dinámica del MI.

No obstante, los resultados obtenidos en cuanto a laxitud de tobillo han sido bastante dispares. En 3 estudios encontraron un aumento de la laxitud articular paralelo al aumento de los niveles estrogénicos (36,37,38) y otros tres no obtuvieron ninguna correlación entre estas

variables tras analizar las mediciones efectuadas entre las participantes (29,34,35), pero analizando la metodología empleada en unos y otros, los resultados no poseen la misma precisión.

En los estudios en los que se halló un aumento de la laxitud articular en fase ovulatoria, se podría relacionar con la hipótesis existente que otorga al estrógeno un **efecto directo** sobre el colágeno ligamentoso, relajando los puentes cruzados de los ligamentos gracias a su acción sobre estos receptores, ejerciendo así efectos sobre la síntesis de colágeno, siendo culpable de la disminución de su formación y de la proliferación de fibroblastos (29,37,34).

Este efecto estrogénico sobre el colágeno ligamentoso, se confirmaría con los cambios encontrados por **Lee et al.** y **Petrofsky et al.** en cuanto a longitud y arco del pie encontrados durante la fase ovulatoria, así como el aumento de la laxitud articular generalizada y del desplazamiento del ligamento talofibular anterior (implicado en el 85% de los casos de esguince de LLE) durante la prueba de cajón anterior encontrado en el estudio de **Yamazaki et al.**, así mismo se detectó una mayor sensibilidad al estrógeno durante las pruebas de cajón anterior en aquellas mujeres con GJL altas, detectando una mayor variabilidad entre fases durante la realización de este test (36,37,38).

En estos tres estudios se supervisó en todo momento la temperatura corporal basal de los participantes antes de realizar las mediciones, siendo aislados 20 minutos antes en una sala a temperatura controlada, por lo que se puede decir que se obtuvo el impacto estrogénico puramente. Además, emplearon tanto un calendario autoinformado como un kit de ovulación, estudiando con mayor precisión la fase menstrual en la que se encontraba cada mujer, por lo que los datos obtenidos gozan de bastante exactitud (36, 37,38).

No obstante, al analizar el resto de ensayos que examinaban la variación de esta variable a lo largo de las fases menstruales, se advierte la inexistencia de un consenso común, ya que no encontraron diferencias significativas en cuanto a propiedades mecánicas de los estabilizadores estáticos durante las diferentes fases menstruales (29,34,35). De todos modos, en estos tres estudios, solamente en el efectuado por **Ikarashi et al.** se llevó a cabo un control de la temperatura corporal basal, obteniendo de este modo únicamente la influencia del estrógeno al aislar los posibles efectos de la temperatura corporal sobre los tejidos (34). Por lo que los hallazgos obtenidos en los otros dos no son totalmente verídicos (29,35), además de que en la investigación de **Saeki et al.** simplemente se empleó un calendario

autoinformado para determinar la fase menstrual en la que se hallaban las participantes, por lo que no podemos esclarecer con precisión que realmente se hayan estudiado las fases expuestas (29).

Lee et al. y Petrofsky et al. también encontraron cambios en cuanto a laxitud en sus estudios sobre las variaciones dadas a lo largo del CM en la fascia plantar. La fascia plantar, al tener la misma naturaleza tisular que los ligamentos, es decir, estar compuesta por tejido conectivo fibroso, también posee receptores alfa y beta en su superficie. En estos estudios, se ha detectado también un aumento en los marcadores indirectos de laxitud y grosor de la fascia plantar paralelo al aumento de los niveles de estradiol (36,37). Como ha sido citado, además de añadir un control de la TCB de los participantes y métodos más exactos para la detección de la fase menstrual, ambos analizaron las mismas fases (folicular y ovulatoria) y emplearon los mismos métodos de medición (ECO y plataforma de fuerza), por lo que los resultados resultan más fácilmente comparables.

Los estudios previos sobre la influencia de las concentraciones de hormonas reproductivas en la incidencia de lesiones de LCA en atletas femeninas, determinaron la existencia una correlación positiva entre niveles de estrógenos y laxitud articular (34,35,38).

Como se ha citado con anterioridad, estos hallazgos podrían resultar de importancia a la hora de determinar el riesgo lesivo en el complejo tobillo-pie debido a la compleja interacción existente entre la laxitud de rodilla y tobillo, determinando si existe mayor elasticidad ligamentosa en una región u otra, una sobrecarga sobre la extremidad inferior y, consecuentemente una mayor probabilidad de padecer lesión. Añadir además la similar naturaleza de los tejidos ligamentosos entre estas dos zonas anatómicas, por lo que no debería haber diferencias, de todos modos, se necesitan más estudios que averigüen si la disposición de los receptores de estrógenos varía con respecto al LCA en los principales ligamentos implicados en las lesiones de tobillo-pie (38,39).

7.2 EFECTOS DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LOS ESTABILIZADORES DINÁMICOS:

En cuanto al posible efecto del estradiol sobre las estructuras estabilizadoras dinámicas, se analizaron una serie de variables a lo largo de los diferentes ensayos, las cuales juegan un papel fundamental a la hora de caracterizar el control muscular del individuo, estas fueron variables como: fuerza, rigidez, elasticidad, tono y activación muscular.

Primeramente, es de especial importancia destacar la existencia de una conjetura que otorga al estradiol un **efecto directo** sobre las estructuras estabilizadoras dinámicas, en concreto sobre la contractibilidad muscular, suponiendo la acción de esta hormona sobre la actividad de la actomiosina ATP-asa del músculo esquelético, la producción de una contracción muscular más lenta y débil (37).

Este efecto se podría ver objetivado en el estudio realizado por **Andrade et al.**, en el cual se notificó una alteración del torque pico isocinético de isquiotibiales (uno de los principales músculos estabilizadores del MMII, en concreto principal agonista del LCA), disminuidos cuando el estradiol alcanzó las concentraciones más elevadas (25). Además, **Bell et al.** también obtuvieron una correlación negativa entre las concentraciones de estradiol y la tasa de producción de fuerza máxima (31).

En cambio, **Romero-Parra et. al y Michalski et. al** no encontraron efectos significativos del CM sobre esta variable (26,27). En el primer estudio, se sugirió la influencia del estradiol sobre la estabilidad de la membrana muscular y como limitante del daño muscular. Añadiendo el hecho de que, en investigaciones previas, se han demostrado efectos beneficiosos en la rotura muscular post-ejercicio y en la inflamación en usuarias posmenopáusicas mediante terapias de reemplazo de estrógenos (26). De todos modos, tras analizar el papel del estrógeno sobre diferentes marcadores de daño indirecto muscular, no encontraron ninguna variación entre las diferentes fases menstruales en lo que toca a niveles de fuerza muscular. Atribuyendo la inexistencia de cambios significativos, al efecto encontrado del estradiol sobre el dolor muscular percibido, el cual parece ser mitigante de esta percepción, encontrando un menor dolor muscular inducido post-ejercicio cuando el estradiol alcanza su pico más alto (26).

De cualquier manera, si se analiza la metodología empleada en estos cuatro ensayos, resulta todavía más complicado llegar a una conclusión exacta. Teniendo en cuenta que desconocemos los estímulos (tanto visuales como auditivos) dados a los participantes a la hora de llevar a cabo las diferentes mediciones, así como el no control de la TCB en todos ellos, dificultando poder aislar el efecto del estradiol. En dos de ellos se ejecutó un calentamiento previo de tipo cardiovascular, por lo que también podría explicar el no haber encontrado diferencias en cuanto a fuerza muscular al haber partido de un calentamiento previo (26, 27).

Si bien, se puede percibir bastante unanimidad en cuanto a tipo de contracción y musculatura demandada a los participantes, la contracción en isometría de cuádriceps e isquiotibiales fue la más frecuente (25, 27, 31) pero fueron realizadas en ángulos articulares diferentes por lo que la demanda muscular fue muy dispar. En el estudio de **Romero-Parra et. al** se optó por un protocolo de trabajo excéntrico global, calculando la demanda exigida mediante la realización de una prueba 1RM antes del comienzo de la sesión, lo cual puede ser más ecuánime a la hora de realizar estudios venideros ya que resulta más objetivo a la hora de cuantificar la pérdida de fuerza al partir de esta medición antes de realizar la prueba (26).

Por último, es importante también añadir el hecho de que en algunos estudios se realizaron las mediciones únicamente en el miembro inferior que la atleta estableció como dominante, siguiendo como criterio para establecer como dominante o no dominante el saber qué pierna usaba cada participante a la hora de patear un balón (25, 27), mientras que en el estudio de **Bell et al.** se eligió sin seguir ningún criterio el miembro inferior derecho, por lo que desconocemos si realmente era la extremidad dominante de la atleta o no (31).

Por lo que concierne al análisis de aspectos como tono, rigidez y elasticidad muscular como indicadores de una menor o mayor estabilidad articular, determinando un aumento de los dos primeros y una disminución del tercero una mayor estabilidad. Tampoco se obtuvo un consenso común que explique el efecto de las concentraciones hormonales sexuales sobre estas variables.

Se partió de la presuposición de que, como tejido conectivo, al igual que los ligamentos, los músculos también poseen receptores alfa y beta, por lo que el estradiol jugaría un papel regulador sobre la masa muscular, al controlar la síntesis proteica en estos tejidos mediante su acción sobre estos receptores. Concretamente, el estradiol disminuiría la formación

colágena, aumentando por tanto la elasticidad muscular y, como efecto opuesto, disminuiría el tono y rigidez muscular (31,33).

Yim et al., tras analizar estas variables sobre los principales músculos estabilizadores de tobillo (TA, PL y GL) encontraron efectos en cuanto a tono, rigidez y elasticidad, notificando una mayor inestabilidad dinámica durante la fase ovulatoria, lo que confirmaría la hipótesis expuesta (33). **Ham et al.**, **Bell et al.** y **Yim et al.** también encontraron variaciones significativas en cuanto a rigidez muscular tanto en la musculatura isquiotibial como en la estabilizadora de tobillo, disminuida durante la fase ovulatoria (30,31,33).

De todos modos, en otros dos estudios llevados a cabo por **Taş et al.** y **Saeki et al.** no se objetivó ningún tipo de cambio (28,29).

Finalmente, existe una última hipótesis que atribuye un **efecto indirecto** del estradiol sobre las diferentes estructuras estabilizadoras dinámicas, que surge al relacionar los cambios acaecidos en las estructuras estabilizadoras pasivas y activas en cuanto a laxitud y propiedades mecánicas musculares, con los generados en materia de activación muscular. Es decir, como consecuencia de la relajación ligamentosa, sumada a una desaceleración de la velocidad de contracción muscular, se produciría un aumento de la actividad de la musculatura estabilizadora para mantener el control motor articular (31,32,37).

Estos efectos podrían explicar los cambios en la activación muscular percibidos en los estudios de **Bell et al.** y **Lee et al.**, en los cuales se detectó un aumento de la actividad de la musculatura estabilizadora del miembro inferior en fase ovulatoria (31,32).

Además, en el estudio realizado por **Bell et al.**, constataron un aumento de la actividad muscular isquiotibial (concretamente de la cabeza larga del bíceps femoral) durante la fase ovulatoria, a causa de la laxitud del LCA aumentada durante la fase ovulatoria y, consecuentemente, la compensación mediante la contracción de esta musculatura (principal agonista del LCA) para frenar el avance de la tibia hacia anterior y, con ello, tentar mitigar el riesgo de padecer lesión (31).

Estos cambios en la estabilidad de la rodilla (y consecuentemente en la estabilidad general del MI), generarían pequeños cambios en el centro de gravedad en el plano basal, entrando ahí en juego el tobillo para intentar corregirlos y, con ello, la activación de la musculatura estabilizadora (31,32).

En el ensayo de **Lee et al.** se detectó un incremento de la actividad de esta musculatura durante la fase ovulatoria. Se evaluó la capacidad de unidad del tobillo, mediante el análisis de las señales electromiográficas de los músculos tibiales y peroneos, analizando de tal modo la relación tibial anterior (TA) / peroneo largo (PL). Cuantificándose un aumento de la co-contracción TA/PL, causado por un alza de la contracción de TA, determinando de tal modo este aumento de la co-contracción inversores/eversores a favor de inversores, un posible incremento del riesgo lesivo (sobre todo de esguince de tobillo), cuando el estrógeno alcanza sus concentraciones séricas más elevadas (32).

En cualquier caso, es difícil llegar a una conclusión esclarecedora también en estos aspectos. Primeramente, además de la variabilidad de métodos de medición empleados, extremidades medidas y métodos de detección del CM, a la hora de medir la rigidez muscular se partió de diferentes posiciones de tobillo, encontrándose los músculos medidos a una mayor o menor elongación, pudiendo ser importante a la hora de determinar el grado de rigidez. Por ejemplo, en el estudio de **Taş et al.** se partió de una posición con la rodilla extendida y el tobillo en posición neutra estando de esta manera el tendón Aquileo relajado (28), mientras que en el de **Saeki et. al** se partió de rodilla también extendida, pero de una flexión dorsal de tobillo de 20°, por lo que el tendón ya partía de una posición de estiramiento previa, determinando probablemente partir de una mayor rigidez muscular basal pudiendo falsear los hallazgos topados (29).

Además del aumento de la laxitud de tobillo general, la fascia plantar también juega un papel fundamental a la hora de justificar los desequilibrios musculares descritos en los dos estudios anteriores (31,32).

El aumento de grosor durante la fase ovulatoria descrito por **Lee et al.** y **Petrofsky et al.**, podría explicar asimismo la sobresolicitud de la musculatura estabilizadora de tobillo durante esta fase. Puesto que, al aumentar el grosor de la fascia plantar, se provoca un mayor edema en la fascia, afectando directamente tanto a la dinámica como a la estática del pie. Al aumentar su grosor, se limita el movimiento tendinoso hacia la flexión y extensión, provocando una gran desventaja mecánica, siendo sobresolicitada la musculatura, afectando de tal modo al control dinámico al generarse desequilibrios musculares debido a esta sobresolicitud (36,37).

7.3 CAMBIOS EN EL CONTROL POSTURAL DINÁMICO A LO LARGO DEL CICLO MENSTRUAL:

Para cerrar este capítulo, hemos de añadir el hecho de que todos estos cambios descritos en las estructuras estabilizadoras podrían mantener una relación directa con los cambios objetivados en cuanto a control postural dinámico en los estudios examinados (32-37).

Es decir, esta posible inestabilidad funcional generada a causa de los cambios sobre las propiedades mecánicas de las estructuras estabilizadoras debido a las concentraciones cambiantes de estradiol, podrían acabar determinando de tal modo encontrarse con una rigidez muscular disminuida, un tono disminuido, una elasticidad aumentada, unos torques de fuerza isométricos de la musculatura estabilizadora disminuidos, así como una laxitud ligamentosa aumentada cuando esta hormona alcanza sus concentraciones más altas durante la fase ovulatoria; se vería reflejado en los cambios denotados en los diferentes estudios en cuanto a control postural dinámico, en concreto, en las variables analizadas: balanceo postural y temblor.

Por consiguiente, si nos encontramos con una inestabilidad del MI aumentada durante la fase ovulatoria, causante de desequilibrios en cuanto a activación muscular, habrá una mayor dificultad para mantener el centro de presiones dentro de la base de sustentación.

En diversos estudios, se obtuvieron resultados significativos en lo referido a balanceo postural y temblor a lo largo del CM. Analizando el balanceo postural, se obtuvo un mayor desplazamiento del COP durante la fase ovulatoria, en cuanto a temblor, se notificó su aumento consecuencia de los constantes reajustes posicionales debido a la hiperactivación de la musculatura estabilizadora de tobillo ante la dificultad para mantener el equilibrio (32, 33, 36, 37).

En el único estudio en el cual no se obtuvo ningún resultado concluyente acerca de la influencia del CM sobre esta variable fue en el de **Ericksen et al.**, tras analizar el control postural dinámico mediante la realización del *Star Excursion Balance Test*, no obstante, sólo ejecutó la prueba en dirección póstero-medial, no pudiendo resultar del todo concluyente (35).

La propiocepción alterada también puede resultar fundamental a la hora de analizar el control postural dinámico, en el estudio llevado a cabo por **Ikarashi et al.** se esperó encontrar

cambios en cuanto a la sensación de posición articular durante las diferentes fases menstruales, para predecir el incremento del riesgo lesivo de esguince de tobillo en deportistas (34).

Para ello, se midió la actividad cortical, confiando en topar una excitabilidad neuronal disminuida en la corteza somatosensorial primaria, a causa del posible papel del estrógeno sobre el ácido γ -aminobutírico, gracias a la unión de esta hormona al receptor GABA, alterando de este modo la conductancia del cloruro y disminuyendo con ello la inhibición mediada por GABA, activando neuronas piramidales afectando de tal modo la sensación de posición articular del individuo (34). No obstante, no se obtuvieron diferencias significativas en la actividad cortical durante las diferentes etapas menstruales, por lo que no parecen afectar al sistema propioceptivo, de todos modos se empleó para detectar la fase menstrual métodos muy poco específicos como fueron un calendario autoinformado y el cuestionario MDQ, el cual se atañe únicamente a aspectos subjetivos como concentración y afecto negativo entre otros, por lo que no es lo debidamente exacto para confirmar la fase menstrual en la que se encuentra la mujer (34).

Debido a la falta de evidencia existente acerca este tema, no se puede determinar si el ciclo menstrual produce cambios propioceptivos, como consecuencia directa a cambios en la laxitud articular, cambios en estructuras miotendinosas (por ejemplo alteraciones en las propiedades mecánicas del tendón que determinen cambios en los órganos de Golgi) o a aspectos como las variaciones emocionales acaecidas a lo largo del CM, así como a la retención de agua a causa de la influencia del estradiol y la progesterona sobre los canales iónicos de las membranas plasmáticas (se ha probado la correlación entre niveles altos de estas hormonas y el aumento de la permeabilidad capilar, permitiendo un cruce aumentado de líquido y albúmina hacia el espacio intersticial) . Estos dos últimos aspectos formulados como pregunta abierta en el estudio de **Ikarashi et al.** (34).

Lo único que se podría interrelacionar como factor predictor de cambios propioceptivos, y confirmado en las investigaciones efectuadas por **Lee et al.** y **Petrofsky et al.**, es el hecho del aumento de grosor de la fascia plantar medido mediante ECO durante la fase ovulatoria, ya que este aumento puede afectar a la propiocepción de la zona, provocando problemas de equilibrio y, por lo tanto, una mayor probabilidad de caída y posible lesión (36,37).

Ante el exhaustivo análisis de la literatura existente acerca de este tema, no se ha podido esclarecer si el CM juega un papel verdaderamente influyente a la hora de explicar la mayor incidencia lesiva en el complejo tobillo-pie en atletas femeninas en comparación con sus contrapartes masculinos en actividades deportivas similares.

7.4 EL SEXO FEMENINO COMO PREDICTOR DE RIESGO LESIVO:

El mayor riesgo de padecer lesión en el colectivo femenino podría deberse únicamente a una suma de factores meramente anatómicos y biomecánicos, incluyendo también una mayor laxitud ligamentosa y módulo de Young más bajo (29,35). Por lo tanto, las diferencias cinemáticas entre géneros durante la carrera podrían influir en los tipos de lesión sufridas durante la práctica deportiva.

Por ejemplo, se ha notificado un mayor ROM de mediopié y retropié, así como diferencias en cuanto a pronación y rotación interna tibial durante la carrera. También se ha constatado la tendencia de las mujeres a tener una menor longitud del pie, requiriendo probablemente mayor flexión plantar durante la carrera para mantener una biomecánica adecuada con el resto de articulaciones proximales del MI. Añadiendo por último, la evidencia existente sobre las diferencias entre sexos en cuanto a tácticas de carga durante el aterrizaje, los hombres tienden a realizar una carga plantar más medial que las mujeres durante el fútbol y atletismo, explicando la mayor tendencia en este grupo (35,37,38).

Por lo tanto, podemos afirmar que el sexo femenino puede ser predictor de riesgo lesivo, pero, debido a las diferencias encontradas en el análisis de los artículos no podemos determinar si el estrógeno realmente modula la respuesta sintética de los fibroblastos a la carga mecánica, determinando de tal forma una mayor inestabilidad articular y consecuente riesgo lesivo, así como una menor tasa de reparación tisular tras la práctica deportiva.

7.5 LIMITACIONES DEL TRABAJO:

La limitación más evidente de esta revisión es, el hecho de haber sido realizada por una sola persona, siendo explicado de tal modo la posibilidad de que la interpretación de la bibliografía se encuentre más limitada que si hubiera sido realizada por varias personas, así como la probabilidad también de cometer errores durante el proceso elección y análisis de artículos.

Otra limitación, es el escaso número de artículos existentes que se ajusten a la perfección a los criterios de inclusión y exclusión puesto que es un tema bastante novedoso, así como la imposibilidad de analizar todos los artículos encontrados en las bases de datos por falta de disponibilidad en texto completo.

Tampoco se observa homogeneidad en lo referido a los protocolos de medición, test y escalas empleadas para evaluar las diferentes variables de estudio en los sujetos. De la misma manera, los métodos de medición para confirmar la fase menstrual en la que se hallaban las participantes han sido diversos en los diferentes estudios, contando muy pocos de ellos con métodos más fiables como pueden ser la muestra de sangre, orina y/o salival.

Otra limitación es la disparidad en cuanto a niveles de actividad física de los individuos, dedicando una cantidad de horas semanales diferentes a la práctica física a lo largo de los diversos los estudios, pudiendo generar sesgos a la hora de obtener resultados concluyentes, puesto que la actividad física genera cambios en el perfil hormonal.

Además, en algunos estudios se controló la temperatura corporal basal y en otros no, lo cual resulta determinante a la hora de definir verdaderamente el efecto del estrógeno. Ya que, se ha demostrado que la temperatura corporal varía a lo largo del ciclo menstrual y también puede afectar a las propiedades mecánicas de los tejidos.

7. 6 RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS:

Sería interesante realizar un mayor número de estudios futuros en los que se incluya grupo control masculino, para poder discernir si los cambios en el tiempo en las variables de estudio también se dan sin la existencia de fluctuaciones hormonales sexuales o, incluso, incluir mujeres consumidoras de anticonceptivos orales como grupo control, dado que al nivelar los niveles hormonales estos medicamentos, no deberían objetivarse cambios en las variables de estudio.

Asimismo, podría ser conveniente estudiar los efectos del ciclo menstrual a nivel de dolor muscular y a nivel psicológico, ya que puede resultar fundamental a la hora de predisponer a padecer una lesión. Incluso, analizar más en profundidad los efectos de la progesterona, con el fin de averiguar si juega un papel crucial a la hora de determinar un menor o mayor riesgo lesivo en la atleta.

Además, sería importante incorporar en los estudios varias muestras de sangre durante días consecutivos a lo largo de mínimo dos ciclos menstruales, con el fin de determinar si los niveles de hormonas sexuales son reproducibles intrasujeto durante diferentes ciclos, puesto que se han detectado pequeñas variaciones entre diferentes puntos temporales dentro del mismo sujeto (39).

En última instancia, como ya fue recomendado en diferentes estudios, resultaría relevante añadir un control de la temperatura corporal de los participantes antes de realizar las mediciones, con el fin de obtener información más objetiva sobre el efecto del estradiol.

8. CONCLUSIONES:

- No existe evidencia científica que asegure la influencia del ciclo menstrual en la incidencia lesiva en el complejo tobillo-pie.
- La ausencia de un protocolo estandarizado para analizar las concentraciones hormonales, la disparidad en cuanto a control de la temperatura basal y los variopintos métodos de medición de las diferentes variables de estudio, dificultan la obtención de datos homogéneos, generando así una variabilidad de resultados difícilmente comparables entre sí.
- Únicamente se puede concluir que papel del sexo como predictor de riesgo lesivo, debido a las diferencias objetivadas en cuanto a anatomía y biomecánica en las atletas femeninas, pudiendo explicar el mayor riesgo lesivo en el complejo tobillo-pie con respecto a sus contrapartes masculinos en actividades deportivas similares.
- Debido a la disparidad de resultados encontrados, no existen datos que demuestren que el ciclo menstrual tenga un efecto sobre las propiedades mecánicas de las diferentes estructuras estabilizadoras del sistema músculo-esquelético de la deportista, por lo que no se puede afirmar con rotundidad que sea predictor de riesgo lesivo así como si realmente existe la necesidad de modular las cargas de entrenamiento durante el ciclo menstrual.
- Los estudios analizados en la presente revisión bibliográfica poseen una evidencia científica y grado de recomendación bajo.
- Consecuentemente, se manifiesta la necesidad de llevar a cabo un mayor número de investigaciones futuras con una calidad metodológica mayor y que cuenten con protocolos estandarizados con el fin de hallar la respuesta a la pregunta de investigación planteada.

9. BIBLIOGRAFÍA:

1. Guirao-goris JA, Salas AO, Ferrandis EF. Metodología de la investigación. Rev Iberoam. 2008;(2008):1–25.
2. Murphy DF, Connolly DAJ, Beynon BD. Risk factors for lower extremity injury: A review of the literature. Br J Sports Med. 2003;37(1):13–29.
3. Tresguerres, J.A.F. Fisiología humana. 3º ed. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana; 2005.
4. Escobar ME, Pipman V, Arcari A, Boulgourdjian E, Keselman A, Pasqualini T, et al. Trastornos del ciclo menstrual en la adolescencia. Arch Argent Pediatr. 2010;108(4):363–9.
5. Konovalova E. El ciclo menstrual y el entrenamiento deportivo: una mirada al problema. Rev UDCA Actual Divulg Científica. 2013;16(2):293–302.
6. Serret J, Hernández A, Mendoza O, Cárdenas R, Villasis MÁ. Alteraciones menstruales en adolescentes Menstrual disorders in adolescents. Bol Med Hosp Infant Mex. 2012;69(1):63–76.
7. Rodríguez Jimene MJ, Curell Aguila N. El ciclo menstrual y sus alteraciones. Pediatr Integr. 2017;21(5):304–11.
8. Timpka T, Jacobsson J, Bickenbach J, Finch CF, Ekberg J, Nordenfelt L. What is a sports injury? Sports Med. 2014;44(4):423–8.
9. Moreno Pascual C, Rodríguez Pérez V, Seco Calvo J. Epidemiology of sports injuries. Fisioterapia. 2008;30(1):40–8.
10. Garrido-Chamorro RP, Pérez-San Roque J, González-Lorenzo M, Diéguez-Zaragoza S, Pastor-Cesteros R, López-Andújar-Aguiriano L, et al. Epidemiología de las lesiones deportivas atendidas en urgencias. Emergencias. 2009;21:5-11.
11. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodríguez D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. Apunt Med l'Esport. 2013;48(179):109–20.
12. Hohmann E, Bryant AL, Livingstone E, Reaburn P, Tetsworth K, Imhoff A. Tibial acceleration profiles during the menstrual cycle in female athletes. Arch Orthop Trauma Surg. 2015;135(10):1419–27.
13. Legerlotz K, Hansen M. Editorial: Female Hormones: Effect on Musculoskeletal Adaptation and Injury Risk. Front Physiol. 2020 Jun 17;11:628.

14. Kumar S, Mufti M, Kisan R. Variation of reaction time in different phases of menstrual cycle. *J Clin Diagnostic Res.* 2013;7(8):1604–5.
15. Nene AS, Pazare PA. A study of auditory reaction time in different phases of the normal menstrual cycle. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2010;54(4):386–90.
16. Matsuo H, Katayama K, Ishida K, Muramatsu T, Miyamura M. Effect of menstrual cycle and gender on ventilatory and heart rate responses at the onset of exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2003;90(1–2):100–8.
17. Rael B, Alfaro-Magallanes VM, Romero-Parra N, Castro EA, Cupeiro R, de Jonge XAKJ, et al. Menstrual cycle phases influence on cardiorespiratory response to exercise in endurance-trained females. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(3):1–12.
18. Okamoto T, Kobayashi R, Sakamaki-Sunaga M. Effect of Resistance Exercise on Arterial Stiffness during the Follicular and Luteal Phases of the Menstrual Cycle. *Int J Sports Med.* 2017;38(5):347–52.
19. Hesar NGZ, Calders P, Thijs Y, Roosen P, Witvrouw E. The influence of menstrual cycle on ankle proprioception. *Isokinet Exerc Sci.* 2008;16(2):119–23.
20. Sasaki M, Edama M, Okuyama R, Goto S. Changes in patellar tendon length during passive knee flexion in the menstrual cycle. *Japanese J Phys Fit Sport Med.* 2018;67(2):199–204.
21. Machado D, Hennig E. Plantar Pressure Distribution During the Menstrual Cycle. *Foot Ankle Int.* 2004;15(1):35–40.
22. Ramírez Balas A. Tesis Doctoral Efectos De Las Fases Del Ciclo Menstrual Sobre La Condición Física , Parámetros Fisiológicos Y. 2014;279.
23. Ansdell P, Brownstein CG, Skarabot J, Hicks KM, Simoes DCM, Thomas K, et al. Menstrual cycle-associated modulations in neuromuscular function and fatigability of the knee extensors in eumenorrheic women. *J Appl Physiol.* 2019;126(6):1701–12.
24. Familiar M. Calidad de la evidencia y grado de recomendación. 2007;1–14.
25. Dos Santos Andrade M, Mascarin NC, Foster R, De Jármey Di Bella ZI, Vancini RL, Barbosa De Lira CA. Is muscular strength balance influenced by menstrual cycle in female soccer players? *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(6):859–64.
26. Romero-Parra N, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, Cupeiro R, Rojo-Tirado MA, Benito PJ, et al. Indirect markers of muscle damage throughout the menstrual cycle. *Int J Sports Physiol Perform.* 2021;16(2):190–8.

27. Michalski T, Michalik P, Dąbrowska-Galas M, Król T, Rutkowska M. Effect of the menstrual cycle on the muscle strength in young women. *Polish Annals of Medicine*. 2020;27(1):39-44.
28. Taş S, Aktaş D. Menstrual cycle does not affect the mechanical properties of muscle and tendon. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2020;10(1):11–6.
29. Saeki J, Ikezoe T, Yoshimi S, Nakamura M, Ichihashi N. Menstrual cycle variation and gender difference in muscle stiffness of triceps surae. *Clin Biomech*. 2019;61(February 2018):222–6.
30. Ham S, Kim S, Choi H, Lee Y, Lee H. Greater muscle stiffness during contraction at menstruation as measured by shear-wave elastography. *Tohoku J Exp Med*. 2020;250(4):207–13.
31. Bell DR, Blackburn JT, Norcorss MF, Ondrak KS, Hudson JD, Hackney AC, et al. Estrogen and muscle stiffness have a negative relationship in females. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2012;20(2):361–7.
32. Lee H, Yim JE. Increased postural sway and changes in the neuromuscular activities of the ankle stabilizing muscles at ovulation in healthy young women. *Tohoku J Exp Med*. 2016;240(4):287–94.
33. Yim JE, Petrofsky J, Lee H. Correlation between mechanical properties of the ankle muscles and postural sway during the menstrual cycle. *Tohoku J Exp Med*. 2018;244(3):201–7.
34. Ikarashi K, Iguchi K, Yamazaki Y, Yamashiro K, Baba Y, Sato D. Influence of Menstrual Cycle Phases on Neural Excitability in the Primary Somatosensory Cortex and Ankle Joint Position Sense. *Women's Heal Reports*. 2020;1(1):167–78.
35. H. E, P.A. G. Sex differences, hormone fluctuations, ankle stability, and dynamic postural control. *J Athl Train* [Internet]. 2012;47(2):143–8. Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed11&NEWS=N&AN=22488279>
36. Lee H, Petrofsky J. Differences between men and women in balance and tremor in relation to plantar fascia laxity during the menstrual cycle. *J Athl Train*. 2018;53(3):255–61.
37. Petrofsky J, Lee H. Greater reduction of balance as a result of increased plantar fascia elasticity at ovulation during the menstrual cycle. *Tohoku J Exp Med*. 2015;237(3):219–26.

38. Yamazaki T, Maruyama S, Sato Y, Suzuki Y, Shimizu S, Kaneko F, et al. A preliminary study exploring the change in ankle joint laxity and general joint laxity during the menstrual cycle in cis women. *J Foot Ankle Res.* 2021;14(1):1–8.
39. Shultz SJ, Wideman L, Montgomery MM, Levine BJ. Some sex hormone profiles are consistent over time in normal menstruating women: implications for sports injury epidemiology. *Br J Sports Med.* 2011 Jul;45(9):735-42.

10. ANEXOS:

10.1 ANEXO 1

Artículos incluidos tras la lectura del título y resumen, así como la posterior aplicación de los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 9. Artículos incluidos en la revisión.

TÍTULO
<i>Is muscular strength balance influenced by menstrual cycle in female soccer players?</i>
<i>Indirect markers of muscle damage throughout the menstrual cycle.</i>
<i>Effect of the menstrual cycle in the muscle strength in young women.</i>
<i>Menstrual cycle does not affect the mechanical properties of muscle and tendon.</i>
<i>Menstrual cycle variation and gender difference in muscle stiffness of triceps surae.</i>
<i>Greater Muscle Stiffness during Contraction at Menstruation as Measured by Shear-Wave Elastography.</i>
<i>Estrogen and muscle stiffness have a negative relationship in females.</i>
<i>Increased Postural Sway and changes in the Neuromuscular Activities of the Ankle Stabilizing Muscles at Ovulation in Healthy Young Women.</i>
<i>Correlation between Mechanical Properties of the Ankle Muscles and Postural Sway during the Menstrual Cycle.</i>
<i>Influence of Menstrual Cycle Phases on Neural Excitability in the Primary Somatosensory Cortex and Ankle Joint Position Sense.</i>
<i>Sex Differences, Hormone Fluctuations, Ankle Stability and Dynamic Postural Control.</i>
<i>Differences Between Men and Women in Balance and Tremor in Relation to Plantar Fascia Laxity During the Menstrual Cycle</i>
<i>Greater Reduction of Balance as a Result of Increased Plantar Fascia Elasticity at Ovulation during the Menstrual Cycle</i>
<i>A preliminary study exploring the change in ankle joint laxity and general joint laxity during the menstrual cycle in cis women.</i>

10.2 ANEXO 2

Tabla 10. Resumen de la Escala Oxford en estudios sobre tratamiento, prevención, etiología y complicaciones (24).

GRADO DE RECOMENDACIÓN	NIVEL DE EVIDENCIA	FUENTE
A	1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección
	1b	Ensayo clínico aleatorizado individual (con intervalos de confianza estrechos).
	1c	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación.
B	2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	2b	Estudio de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorios de baja calidad (< 80% de seguimiento).
	2c	Investigación de resultados en salud.
	3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	3b	Estudios de casos y controles individuales.
C	4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad.

* Si tenemos un único estudio con intervalos de confianza amplios o una revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa, se indica añadiendo el signo (-) al nivel de evidencia que corresponda y la recomendación que se deriva es una D.

10.3 ANEXO 3

Tabla 11. Nivel de evidencia y grado de recomendación de los estudios en base a la Escala Oxford (24).

ESTUDIO	GRADO DE RECOMENDACIÓN	NIVEL DE EVIDENCIA
Andrade et al. (25)	C	4
Romero-Parra et al. (26)	C	4
Michalski et al. (27)	C	4
Taş et al. (28)	C	4
Saeki et al. (29)	C	4
Ham et al. (30)	C	4
Bell et al. (31)	C	4
Lee et al. (32)	C	4
Yim et al. (33)	C	4
Ikarashi et al. (34)	C	4
Ericksen et al. (35)	C	4
Lee et al. (36)	C	4
Petrofsky et al. (37)	C	4
Yamazaki et al. (38)	C	4

