

# Trabajo Fin de Grado

Influencia del ciclo menstrual sobre la masa, la fatiga y la fuerza musculares: una revisión bibliográfica.

*Influence of the menstrual cycle on muscle mass, fatigue, and strength: A literature review.*

Autor

Alba Charneca Fernández

Director

Lorena Latre Navarro

Facultad de Medicina. Departamento Anatomía e Histología Humanas.

2025

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
Justificación e interés del tema .....	4
Objetivos y pregunta de investigación .....	5
MARCO TEÓRICO .....	6
Ciclo menstrual .....	6
Efectos del estrógeno y la progesterona sobre el músculo .....	8
METODOLOGÍA .....	11
RESULTADOS .....	13
Masa muscular .....	14
Fatiga muscular .....	14
Fuerza muscular .....	15
Características principales de cada estudio .....	16
DISCUSIÓN .....	18
Masa muscular .....	19
Fatiga muscular .....	20
Fuerza muscular .....	22
LIMITACIONES .....	27
Limitaciones detectadas en los estudios analizados .....	27
Limitaciones de este trabajo académico .....	28
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	29
CONCLUSIONES .....	30
REFERENCIAS .....	31
ANEXO 1 .....	37

## **RESUMEN**

Introducción: El ciclo menstrual es un proceso fisiológico que conlleva una serie de alteraciones morfofuncionales y fluctuaciones hormonales periódicas en la mujer. Estos cambios pueden tener efectos en diversos ámbitos de su vida, entre los que se incluye el rendimiento en la actividad física. Esta influencia puede deberse a varios factores, entre ellos el resultado de las diferentes fases del ciclo menstrual en el músculo.

Objetivos: Evaluar las implicaciones que tienen los cambios fisiológicos que ocurren en el organismo de las mujeres durante las fases del ciclo menstrual sobre la masa, la fatiga y la fuerza muscular. Además, estudiar el papel de las hormonas sexuales en esta relación y la repercusión de la misma en el deporte femenino.

Métodos: Se realizó una revisión narrativa con enfoque sistematizado de la literatura científica, aplicando criterios PRISMA. Se llevó a cabo una estrategia de búsqueda en bases de datos relevantes, como Pubmed, Cochrane y BVS. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión previamente definidos para seleccionar los artículos que relacionaran el ciclo menstrual con los parámetros musculares estudiados.

Resultados: No se halló relación entre el ciclo menstrual y la masa muscular en los artículos analizados. De los 5 artículos que investigaron la fatiga muscular, 3 hallaron implicaciones de las fases menstruales en esta. En cuanto a la fuerza muscular, 5 de los 13 estudios analizados hallaron una relación con el ciclo menstrual.

Conclusión: Existe gran controversia entre la literatura que estudió las implicaciones del ciclo menstrual en la masa, la fatiga y la fuerza muscular. Sin embargo, la mayor parte de los artículos que sí hallaron un impacto significativo de las fases del ciclo en los parámetros musculares estudiados, indican que el trabajo muscular es mayor durante la fase folicular tardía y ovulatoria, donde el nivel de estrógeno es alto, y este rendimiento muscular es menor durante la fase lútea y menstrual, con niveles bajos de estrógeno o altos de progesterona. A pesar de ello, parecen no existir evidencias científicas suficientes que respalden la adaptación del plan de entrenamiento a cada fase del ciclo menstrual para un mejor desempeño deportivo.

## **ABSTRACT**

Introduction: The menstrual cycle is a physiological process that involves a series of morphological and functional alterations, as well as periodic hormonal fluctuations in women. These changes can affect various aspects of a woman's life, including physical performance. This influence may be due to several factors, such as the effects of different menstrual cycle phases on muscle function.

Objectives: To evaluate the implications of physiological changes occurring in women's bodies during the different phases of the menstrual cycle on muscle mass, fatigue, and strength. Additionally, to study the role of sex hormones in this relationship and its impact on female sports performance.

Methods: A narrative review with a systematic approach was conducted, applying PRISMA criteria. A search strategy was implemented in relevant databases such as PubMed, Cochrane, and BVS. Inclusion and exclusion criteria were predefined to select articles linking the menstrual cycle with the studied muscle parameters.

Results: No relationship was found between the menstrual cycle and muscle mass in the analyzed articles. Of the five articles investigating muscle fatigue, three found implications of menstrual phases on this parameter. Regarding muscle strength, five out of the thirteen studies analyzed found a relationship with the menstrual cycle.

Conclusion: There is considerable controversy in the literature regarding the implications of the menstrual cycle on muscle mass, fatigue, and strength. However, most articles that did find a significant impact of cycle phases on the muscle parameters studied indicate that muscle performance is greater during the late follicular and ovulatory phases, when estrogen levels are high. Conversely, muscle performance is lower during the luteal and menstrual phases, characterized by low estrogen or high progesterone levels. Despite this, there appears to be insufficient scientific evidence to support the adaptation of training plans to each menstrual cycle phase for improved sports performance.

## **PALABRAS CLAVE**

Menstruación, ciclo menstrual, estrógeno, progesterona, fuerza muscular, fatiga muscular, masa muscular.

## INTRODUCCIÓN

### Justificación e interés del tema

El ciclo menstrual es un proceso fisiológico que tiene lugar en la mujer durante un periodo extenso de su vida. Aproximadamente cada mes, se produce un conjunto de cambios morfológicos y funcionales en los ovarios y el útero como respuesta a las fluctuaciones periódicas de las hormonas que regulan este proceso (1).

Estos cambios no se limitan a los órganos mencionados, sino que cíclicamente aparecen variaciones físicas y psicológicas que pueden afectar de manera positiva o negativa en muchas dimensiones de la salud física, emocional y funcional de la mujer (1).

Las hormonas sexuales desempeñan numerosas funciones fisiológicas no reproductivas, como la regulación de líquidos o modificación de respuestas metabólicas, cardiovasculares o musculares frente a ciertos estímulos (2).

Por tanto, la actividad física es uno de los aspectos que se pueden ver afectados por este ciclo. Además, esta realidad afecta tanto a mujeres que realizan actividad básica diaria, como pasear, como a atletas profesionales. De hecho, aproximadamente el 50% de las deportistas activas y de élite perciben que su ciclo menstrual afecta a su entrenamiento y rendimiento (3).

Considerando datos como estos y gracias al papel cada vez más relevante de la mujer en el deporte de élite, ha surgido un creciente interés por investigar el impacto del ciclo menstrual en el rendimiento deportivo.

Teniendo en cuenta esta premisa, el entrenamiento femenino no debería planearse en base a modelos diseñados para hombres (1), siendo necesario conocer el impacto de las variaciones hormonales durante el ciclo menstrual en el rendimiento deportivo de mujeres deportistas. De esta forma se puede planificar cada entrenamiento en base a las necesidades fisiológicas de las mujeres, para entrenar en cada momento lo que pueda proporcionar un mejor desarrollo físico en el futuro.

El efecto del ciclo menstrual en el rendimiento deportivo femenino ya ha sido objeto de estudio previamente (2), como también han sido investigados los trastornos del ciclo menstrual y los síntomas relacionados con este (4). A pesar de que algunos estudios

parecen hallar un impacto de las fases del ciclo menstrual en el desarrollo del ejercicio físico (5), los resultados revisados son, en ocasiones, controvertidos o incompletos y se propone realizar investigaciones con muestras más grandes y metodologías más eficaces (6).

En esta revisión se analiza la literatura actual que investiga la relación entre el ciclo menstrual y ciertas propiedades musculares (masa, fatiga y fuerza muscular) susceptibles a las fluctuaciones hormonales cíclicas. Estos parámetros pueden proporcionar información sobre los efectos de cada fase del ciclo en el rendimiento deportivo, cuyas exigencias y necesidades varían según la disciplina deportiva y la modalidad de entrenamiento.

A lo largo de este trabajo académico, se utilizan las siguientes definiciones para las propiedades musculares analizadas:

La fuerza muscular, generalmente, se define de dos formas: como la capacidad para ejercer potencia contra una fuerza u oposición externa; o como la fuerza máxima que un músculo o grupo muscular puede ejercer durante una contracción en respuesta a una carga (7).

La fatiga muscular viene definida por la incapacidad para mantener la fuerza requerida o esperada en una contracción muscular (8).

Por último, la masa muscular es el conjunto de todo el tejido muscular del cuerpo (9). Esta revisión se centra en la masa muscular esquelética, entendida como la cantidad de tejido muscular esquelético presente en el músculo específico analizado en cada artículo.

### **Objetivos y pregunta de investigación**

El objetivo general de este trabajo es comprender, a través de una revisión de la literatura existente, las implicaciones de los cambios fisiológicos que ocurren en el organismo de las mujeres durante las distintas fases del ciclo menstrual sobre algunas propiedades musculares (la masa, la fatiga y la fuerza muscular) que puedan tener repercusiones en el rendimiento deportivo femenino.

Los objetivos específicos que presenta la revisión son:

- Evaluar cómo pueden afectar las variaciones de las hormonas sexuales durante el ciclo menstrual a las propiedades musculares mencionadas.
- Evaluar si es necesario adaptar los planes de entrenamiento femeninos en base al ciclo menstrual, en el caso de que las repercusiones del mismo en el músculo fueran significativas.

Para responder a estos objetivos, se planteó una pregunta de investigación de la que partir para realizar la revisión bibliográfica. Esta pregunta es la siguiente:

¿Cuál es el impacto de las distintas fases del ciclo menstrual en las propiedades musculares?

Esta pregunta de investigación se desglosa en los siguientes elementos, siguiendo la estructura PICO:

- P (Población): Mujeres en edad reproductiva.
- I/E (Intervención/Exposición): Fases del ciclo menstrual.
- C (Comparación): Comparación de las entre fases del ciclo menstrual.
- O (Resultado): Cambios significativos en propiedades musculares (masa, fatiga y fuerza muscular).

## **MARCO TEÓRICO**

### **Ciclo menstrual**

El ciclo menstrual es un proceso fisiológico que ocurre en las mujeres durante la etapa reproductiva de su vida, como resultado de la interacción compleja entre diversos órganos y hormonas. La menarquia, que es la primera menstruación, generalmente se presenta durante el desarrollo puberal (a una edad promedio de 12,5 años) y señala el inicio de este curso cíclico. Este proceso concluye con la menopausia, que suele aparecer alrededor de los 50 años (10).

El ciclo tiene una duración promedio de 28 días, considerándose dentro del rango de la normalidad cuando se encuentra entre 21 y 35 días (10).

A su vez, se distingue el ciclo ovárico del ciclo endometrial (Figura 1). El primero se divide en fase folicular y fase lútea (o fase luteínica), y tiene como objetivo la maduración y liberación del óvulo en los ovarios. Por otra parte, el ciclo endometrial hace referencia a los cambios que ocurren en el endometrio (proliferación, secreción y menstruación), con objetivo de preparar al útero para una posible fecundación y gestación (10).

El ciclo comienza con la fase folicular, donde el hipotálamo secreta de forma pulsátil GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas). Esta actúa sobre la hipófisis, que a su vez secreta LH (hormona luteinizante) y FSH (hormona folículo estimulante). La FSH estimula el reclutamiento folicular y favorece el aumento de estrógenos por parte de las células de la granulosa (10).

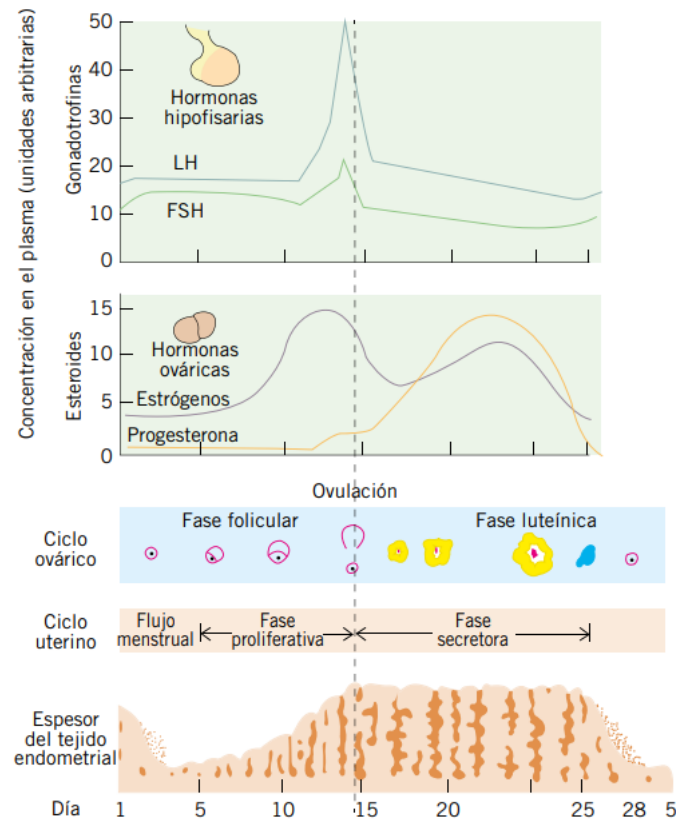
El aumento de estrógenos produce, por un lado, una retroalimentación negativa sobre la FSH, lo que detiene el reclutamiento de nuevos folículos y permite que solo uno alcance la madurez. Por otro lado, cuando los niveles de estrógeno alcanzan un umbral elevado, se produce una retroalimentación positiva sobre la LH, lo que desencadena un pico de LH (10).

Tras este pico de LH, se produce la ovulación (fase ovulatoria), que ocurre aproximadamente alrededor del día 14 del ciclo, momento en el cual se rompe el folículo maduro y se libera el óvulo (10).

La fase lútea se extiende desde la ovulación hasta el final del ciclo. El folículo roto se transforma en el cuerpo lúteo, que comienza a secretar estrógenos y progesterona. Estas hormonas se encargan de la retroalimentación negativa sobre la hipófisis, inhibiendo la secreción de FSH y LH. Si no tiene lugar la fecundación, el cuerpo lúteo degenera, lo que provoca una disminución de los niveles de estrógeno y progesterona, y, como consecuencia, se elimina la inhibición sobre el eje hipotálamo-hipofisario, comenzando un nuevo ciclo (10).

En cuanto al ciclo endometrial, es el aumento de estrógenos de la fase folicular el que fomenta el crecimiento del endometrio. Posteriormente, en la fase lútea, es principalmente la progesterona la que favorece esta fase secretora, en la que tiene lugar una maduración del endometrio y preparación para la posible gestación. Finalmente, tras la disminución brusca de hormonas, se inicia la menstruación, en la que la mucosa endometrial se desprende y es expulsada a través de la vagina (10).





**Figura 1.** Ciclo menstrual, ovárico y uterino y las fluctuaciones hormonales (10).

### Efectos del estrógeno y la progesterona sobre el músculo

Para comprender cuál puede ser el impacto del cambio de fases del ciclo menstrual en ciertas propiedades musculares, primero hay que conocer qué efecto tienen las hormonas sexuales que fluctúan a lo largo de un ciclo sobre el músculo.

Existen receptores hormonales específicos en el músculo esquelético, por lo que estrógeno y progesterona pueden ejercer efectos sobre este (11). Ambas hormonas serán capaces de afectar al control neuromuscular y, por lo tanto, sus variaciones durante el ciclo menstrual podrían modificar las propiedades musculares. Además, el efecto de las hormonas puede ser tanto directo como indirecto en el sistema neuromuscular femenino (12).

Las acciones que ejercen estas hormonas no se limitan únicamente a la etapa reproductiva de la mujer, sino que se manifiestan mucho antes. Durante el desarrollo puberal, el incremento del nivel de estrógeno favorece el crecimiento muscular y su fuerza, aumentando ambos en porcentajes destacables durante los primeros años de adolescencia (13). Posteriormente, las fluctuaciones hormonales de progesterona y

estrógenos que tienen lugar en el ciclo menstrual pueden afectar al rendimiento del músculo (13). Finalmente, en el momento de la menopausia, al contrario de lo que ocurría en la adolescencia, los niveles hormonales bajos suponen una atrofia muscular y pérdida de la fuerza, así como caída de la función metabólica y la aparición de grasa en el tejido muscular (14).

El estrógeno favorece la síntesis de proteínas musculares y reduce el catabolismo, lo que promueve el incremento de masa muscular (15).

El papel del estrógeno en el crecimiento muscular se explica gracias a que esta hormona favorece la proliferación y diferenciación de mioblastos esqueléticos (16).

En cuanto al aumento de la masa muscular, el estrógeno también está implicado en la liberación de la hormona del crecimiento, el factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 y la insulina, lo que favorece una mayor disponibilidad de glucosa para el músculo (17).

Durante la actividad física, el estrógeno actúa sobre la función endotelial, lo que resulta en una mayor vasodilatación y, por tanto, un mayor aporte de flujo sanguíneo muscular al realizar ejercicio. Estos cambios vasculares suponen un mejor aporte de oxígeno y nutrientes a los músculos, así como una mayor eliminación de productos metabólicos y transporte de lactato. Al mejorar la capacidad oxidativa y encontrar niveles menores de lactato en sangre, se supone como consecuencia una menor fatiga muscular (18,19).

También, niveles elevados de estrógeno se relacionan con una recuperación más rápida tras el ejercicio, ya que posee propiedades antiinflamatorias y ayuda a la reducción de marcadores de daño muscular (20).

Una de las acciones de las hormonas sexuales que respaldan el efecto de las mismas en la fuerza del músculo esquelético es su interacción con los elementos contráctiles del mismo. Las hormonas consiguen mantener un mayor número de puentes cruzados entre actina y miosina simultáneamente, lo que tendría un impacto directo sobre la fuerza específica de la fibra muscular (21).

Otra acción de los estrógenos es la capacidad de alterar la composición corporal, ya que aumentan la masa grasa y provocan la retención de líquidos (22).

El estrógeno, además del resto de acciones mencionadas, puede aumentar la fuerza muscular modificando el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas. Sin embargo, la progesterona actúa antagonizando al estrógeno y disminuyendo, por tanto, sus efectos (23).

La progesterona promueve el catabolismo proteico, disminuyendo la síntesis de proteínas musculares (24). Estas afirmaciones invitan a pensar que durante la fase folicular, en la que existe un aumento de estrógeno y una disminución de progesterona, la fuerza muscular podría aumentar.

En investigaciones con mujeres postmenopáusicas se propone que estrógenos y progesterona participan en la regeneración muscular, y este papel lo ejercen mediante la conservación del *pool* de células satélites (25). La posible explicación de este efecto la tienen la estrona (E1) y la progesterona, que favorecen la proliferación de mioblastos y participan en la diferenciación al modular la expresión de MYOD1, respectivamente (26). Este efecto parece contradecirse con los mencionados efectos catabólicos de la progesterona, además, la estrona tiene un papel estrogénico menor que el estradiol, siendo la estrona una hormona mayoritaria en la etapa postmenopáusica.

Por último, tanto estrógenos como progesterona se asocian a las funciones desempeñadas por el sistema nervioso central. Sus efectos sobre este sistema se resumen en un resultado excitatorio por parte del estrógeno y, en oposición, un efecto inhibitorio por la progesterona (27).

En resumen, el estrógeno es una hormona que, entre otras funciones, desempeña un papel en el tejido muscular. Posee un efecto anabólico, ya que favorece la síntesis de proteínas musculares y además, interactúa con otras hormonas de función similar. También incrementa la capacidad oxidativa del músculo, presenta propiedades antiinflamatorias y actúa como un neuromodulador excitatorio, lo que puede influir en el control neuromuscular.

La progesterona, por el contrario, posee efectos opuestos a los del estrógeno, también inhibiendo la función neuromuscular.

Tras comprender la base fisiológica de las principales hormonas sexuales femeninas, se plantea la siguiente hipótesis: durante los días del ciclo menstrual en los que los niveles

de estrógeno sean mayores, es decir, alrededor de la fase preovulatoria, los resultados en los parámetros musculares estudiados (masa, fatiga y fuerza muscular) podrían verse influenciados positivamente. Por el contrario, el rendimiento en estos parámetros sería menos favorable si los niveles de progesterona son máximos o los de estrógenos mínimos, como ocurre en la fase lútea o menstrual.

No obstante, conociendo las fluctuaciones de cada hormona durante un ciclo, sería importante reflexionar sobre si estas variaciones son lo suficientemente significativas para poder alterar la masa, la fatiga o la fuerza muscular en cada periodo menstrual.

## **METODOLOGÍA**

Esta revisión bibliográfica se ha realizado de la forma más sistematizada posible, en base a los criterios PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (28), aunque sin incorporar todos los elementos de una revisión sistemática. El objetivo de tener presente esta guía en el análisis es conseguir una estructura de trabajo y unos resultados más específicos, claros y completos, fundamentados en el rigor metodológico que propone.

Para obtener respuesta a la pregunta de investigación mencionada anteriormente, se diseñó una estrategia de búsqueda en tres bases de datos científicas relevantes. Los artículos extraídos de estas bases de datos fueron incluidos o no en la revisión en base a unos criterios de inclusión y exclusión que se mencionarán posteriormente.

Las fuentes de información elegidas fueron PubMed, Cochrane y la Biblioteca Virtual de Salud de España (BVS). De ellas se recopilaron los artículos a analizar a través de una búsqueda con descriptores y conectores booleanos. Los términos MeSH utilizados, junto con los conectores AND y OR para establecer una búsqueda más específica, fueron: ("Menstruation" OR "Menstrual Cycle" OR "Luteal Phase" OR "Follicular Phase") AND ("Muscle Strength" OR "Muscle Fatigue" OR "Muscle endurance" OR "Muscle mass").

Los términos "muscle endurance" y "muscle mass" no se hallaron como términos MeSH, por lo que se añadieron en la búsqueda como términos libres debido al interés que generaban en la búsqueda de artículos para realizar la revisión.

Tras esta búsqueda inicial, realizada el día 10 de marzo de 2025, se obtuvieron un total de 309 artículos. Desde un primer momento se aplicaron los siguientes filtros: "artículos

con fecha de publicación inferior a 10 años” y “artículos en inglés y español”. Se obtuvieron tras este primer filtro, 181 artículos. Se eliminaron los duplicados, y con los 134 artículos restantes se elaboró una primera criba aplicando los siguientes criterios de inclusión y exclusión al título y resumen de cada uno de ellos.

Los criterios de inclusión aplicados a los artículos a estudio fueron:

- Artículos que incluyeran a mujeres en edad reproductiva.
- Artículos que incluyeran a mujeres con ciclos regulares y sin patologías orgánicas, metabólicas u hormonales que pudieran afectar al ciclo menstrual.
- Artículos que relacionaran directamente el ciclo menstrual y sus fases con alguno de los parámetros musculares a estudio.

Por el contrario, los criterios de exclusión que se aplicaron a estos artículos fueron:

- Artículos que incluyeran a mujeres en edad no fértil.
- Artículos que incluyeran a mujeres con ciclos irregulares, trastornos del ciclo menstrual o con patologías que pudieran afectar al mismo.
- Artículos que no establecieran una relación entre las fases del ciclo y las propiedades musculares en su estudio.

Tras aplicar estos criterios, se seleccionaron 36 artículos para su lectura íntegra. Se descartaron 6 de ellos debido a la inaccesibilidad del texto completo, por lo que se analizaron de forma total un conjunto de 30 artículos.

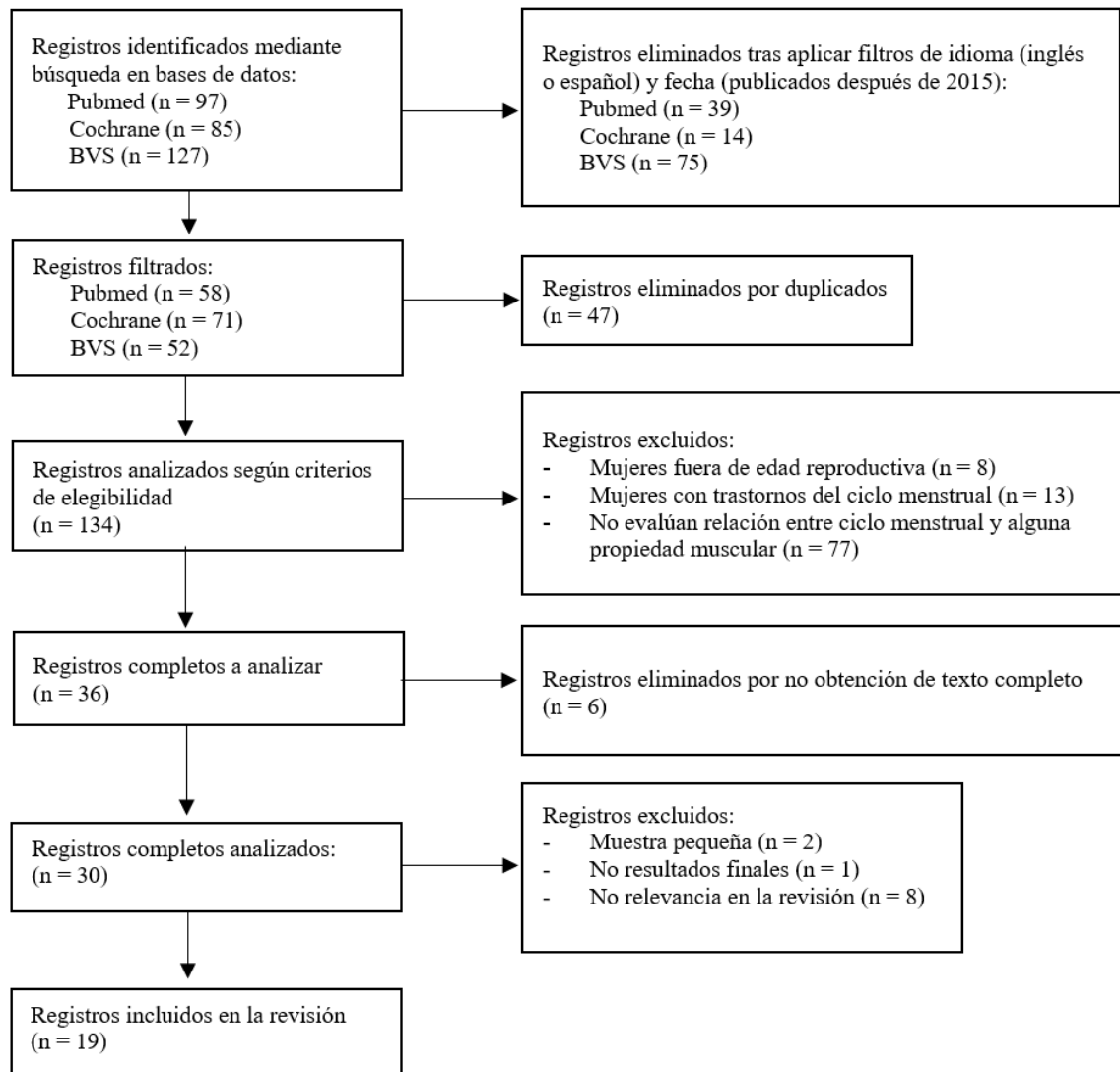
Tras la lectura de estos 30 artículos, 2 de ellos fueron excluidos por incluir una muestra pequeña no significativa, 1 por no mostrar los resultados de la investigación que se proponía y 8 por no tener relevancia real en la revisión, es decir, estos últimos 8 artículos se eliminaron de este trabajo académico porque, tras su lectura completa, no se ajustaban a la temática de la revisión y no aportaban datos de interés en esta.

Finalmente, tras este proceso de selección, fueron 19 los artículos incluidos en esta revisión, siendo objeto de un análisis exhaustivo. De estos artículos se extraen las conclusiones del presente trabajo académico. El proceso de selección de artículos se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 2.

De los 19 artículos analizados (recopilados en el Anexo 1), 15 se presentan en la sección de resultados, mientras que 4 son revisiones que han sido incorporadas en la discusión para contrastar determinadas interpretaciones.

**Figura 2.**

Diagrama de flujo del proceso de identificación y selección de artículos según los criterios PRISMA (28).



## RESULTADOS

De los 19 artículos analizados, la mayoría fueron estudios de cohortes prospectivos o estudios cuasiexperimentales intrasujeto, mientras que 4 de ellos fueron revisiones, que aparecen incluidas en la discusión con el fin de respaldar los datos que aportan estos estudios.

Los artículos analizados en este trabajo académico son estudios que examinan la relación entre el ciclo menstrual y algún parámetro muscular. Esto lo realizan mediante mediciones de la propiedad muscular correspondiente en determinadas fases del ciclo o como resultado de este parámetro de rendimiento muscular tras un programa de ejercicio físico. La mayor parte de estos estudios abordaron más de una variable simultáneamente, 3 de ellos incluyen la masa muscular en su investigación, 5 la fatiga muscular y 13 la fuerza. A continuación, se presentan los hallazgos organizados según la propiedad muscular analizada.

### **Masa muscular**

De los 15 artículos seleccionados, fueron 3 los que incluyeron la masa muscular como objeto de estudio en su investigación (16,29,30).

Se midieron, por una parte, en uno de los estudios, la hipertrofia muscular tras un entrenamiento de resistencia de alta carga basado en las fases menstruales (16). Por otra parte, en otro estudio, se evaluó el tamaño muscular junto con la variación del agua corporal total durante el ciclo menstrual (29) y, finalmente, un último estudio, valoró el grosor muscular y la composición corporal total (30). Sin embargo, ninguno de ellos muestra diferencias en este parámetro en las diferentes fases del ciclo menstrual.

### **Fatiga muscular**

La fatiga muscular fue objeto de estudio en 5 de los 15 artículos analizados, 2 de ellos no hallaron diferencias en este parámetro entre las fases del ciclo menstrual (18,31) y los otros 3, sin embargo, encontraron variaciones en los niveles de fatiga dependiendo de la fase en la que se encontraban las participantes del estudio (27,32,33).

Los resultados de los estudios que apoyan estos cambios en el nivel de fatiga muscular a través del ciclo menstrual son los siguientes:

Un trabajo que evaluó la respuesta neuromuscular a la carga explosiva halló mayores niveles de fatiga periférica durante las fases lútea media y folicular, mientras que la fatiga central fue menor en la fase ovulatoria (27).

La fatiga musculoesquelética fue analizada en otro estudio cuya conclusión fue que esta es máxima en la fase menstrual, seguida por la fase lútea y finalmente la fase folicular (32).

El último trabajo incluido en esta revisión que también evaluó la fatiga neuromuscular, halló un menor nivel de fatiga coincidiendo con el pico de progesterona, es decir, en la fase lútea media (33).

### **Fuerza muscular**

De los 15 estudios analizados en esta revisión, 13 de ellos incluyeron la fuerza muscular entre sus parámetros a valorar, o centraron su trabajo en esta. A continuación, se resumen los hallazgos relevantes de cada uno de ellos.

Entre esos 13 artículos, 3 de ellos centraron su investigación en los cambios que pueden ocurrir en la fuerza muscular durante el ciclo menstrual y su relación con la rotura de ligamento cruzado anterior. Confirman esta relación entre el rendimiento de fuerza y las fases del ciclo menstrual 2 de ellos (34,35), y el restante halla un rango funcional alterado durante un periodo concreto del ciclo (36). Se explican a continuación estos hallazgos:

Un estudio de 2024 midió la fuerza en la flexión excéntrica y extensión concéntrica de la rodilla a diferentes velocidades, concluyendo que la fuerza máxima en ese momento no se ve alterada según la fase del ciclo. Sin embargo, el rango funcional durante la flexión excéntrica era menor en la fase folicular (36).

La fuerza isométrica e isocinética de los músculos flexores y extensores de la rodilla fue analizada en un trabajo, que halló que la mayor fuerza se encuentra en la fase de ovulación en comparación al resto del ciclo (35).

En un estudio de 2020 se examinó la fuerza de agarre manual, el torque máximo isocinético y laxitud articular, concluyendo que los niveles de fuerza fueron menores durante la fase folicular temprana o menstruación en comparación con la fase ovulatoria y lútea (34).

Los 10 casos restantes, que incluyen en su investigación la fuerza muscular, presentan los siguientes hallazgos: 8 de ellos no encuentran relación entre esta variable estudiada y los cambios que tienen lugar durante el ciclo menstrual (16,27,29–31,37–39), sin embargo, los otros 2 proponen cierta relación entre la fuerza y las fases del ciclo (32,40).



Cabe destacar, que aunque el parámetro de fuerza no sufrió cambios a lo largo del ciclo en uno de los estudios recientes (30), la resistencia y el tiempo de reacción, que también fueron valorados en el mismo, presentaron valores de rendimiento máximos en la fase folicular.

En cuanto a los trabajos que sí hallaron diferencias en la fuerza muscular, el primero de ellos consta de un estudio de 2025 que evaluó los efectos de una serie de ejercicios concretos (BRACKS: *Bending, Roll-ups, Arm swings with loads, Crunches, Tandem walks, and Squats*) en la fuerza muscular a través de la comparación entre 40 mujeres, donde 20 de ellas seguían un entrenamiento base y las 20 restantes realizaban un programa de ejercicio concreto. Sus hallazgos fueron, principalmente, el impacto positivo de su plan de ejercicios específico, pero también observaron diferencias significativas en la mejoría de fuerza según la fase del ciclo menstrual en la que se trabajaba. Concretaron que los músculos de agarre manual presentaron mayor desarrollo de fuerza en la fase folicular, mientras que el cuádriceps y tríceps sural lo hicieron en fase de medio ciclo (40).

Por otra parte, otros investigadores (32) evaluaron la fuerza de 100 mujeres jóvenes, hallando una diferencia significativa en el trabajo de fuerza entre fases, resultando esta más alta durante la fase folicular en comparación con la fase lútea, y esta a su vez mayor que la fase menstrual (32).

### **Características principales de cada estudio**

En la Tabla 1 se recopilan los datos más relevantes de cada estudio revisado en este trabajo académico:

- Autor/año de publicación.
- Tamaño muestral.
- Parámetros evaluados de interés para esta revisión.
- Duración del estudio o número de mediciones realizadas de los parámetros analizados.
- Método de medición de la fase del ciclo menstrual. Se destaca la importancia de realizar muestras sanguíneas para conocer el nivel hormonal y analizar cómo las fluctuaciones de estas hormonas pueden afectar al músculo.
- Resultado principal.

<b>Autor/año</b>	<b>Muestra (n)</b>	<b>Parámetro muscular</b>	<b>Duración estudio/ n° medidas</b>	<b>Método de medida de fase menstrual</b>	<b>Resultado principal</b>
Sakamaki-Sunaga et al. 2015 (16)	14	Fuerza Hipertrofia	12 semanas	Temperatura basal corporal	No relación entre parámetros estudiados
Kuehne et al. 2020 (29)	16 M 12 H (control)	Fuerza Tamaño Agua corporal total	3 medidas en 1 ciclo	Sangrado menstrual Orina	No relación entre parámetros estudiados
Piñas et al. 2023 (30)	8	Fuerza Grosor Rigidez Resistencia Composición corporal	2 medidas en 1 ciclo	Aplicación móvil Temperatura basal corporal Orina	No relación entre fuerza, grosor o rigidez y fase del ciclo Mayor resistencia y menor tiempo de reacción en fase folicular
Cabre et al. 2024 (18)	14	Fatiga	2 medidas en 1 ciclo	Saliva	No relación entre parámetros estudiados
Dragutinovic et al. 2024 (31)	21	Fuerza Fatiga	3 medidas en 1 ciclo	Muestra sanguínea	No relación entre parámetros estudiados
Peltonen et al. 2022 (27)	16	Fuerza Fatiga	4 medidas en 1 ciclo	Muestra sanguínea	Mayor fatiga periférica en fase medio lútea y folicular Menor fatiga central en ovulación No cambios en fuerza en condición de no fatiga
Pallavi et al. 2017 (32)	100	Fuerza Fatiga	3 medidas en cada ciclo durante 2 ciclos	Desconocido	Mayor fatiga en fase menstrual, seguida de lútea y finalmente folicular Mayor fuerza en fase folicular, seguida de lútea y finalmente menstrual
Ansdell et al. 2019 (33)	13	Fatiga Función neuromuscular	3 medidas en cada ciclo durante 2 ciclos	Muestra sanguínea	Menor fatiga en fase lútea Aumento contracción voluntaria en fase ovulatoria

Quigley et al. 2024 (36)	8	Fuerza	3 medidas en 1 ciclo	Aplicación móvil Orina	No relación entre fases del ciclo menstrual y fuerza máxima Menor rango funcional en flexión excéntrica durante la fase folicular
Pournasiri et al. 2023 (35)	37	Fuerza	3 medidas en 1 ciclo	Autoinforme de las participantes	Mayor fuerza en fase ovulatoria
Weidauer et al. 2020 (34)	25	Fuerza Laxitud articular	3 medidas en 1 ciclo	Muestra sanguínea	Menor fuerza en fase folicular temprana
Arazi et al. 2019 (37)	20	Fuerza Resistencia Potencia anaeróbica	2 medidas en 1 ciclo	Muestra sanguínea	No relación entre parámetros estudiados
García-Pinillos et al. 2022 (38)	9	Fuerza	3 medidas en 1 ciclo	Calendario según primer día de sangrado	No relación entre parámetros estudiados
Dam et al. 2022 (39)	28	Fuerza Potencia	7-9 medidas en 1 ciclo	Muestra sanguínea	No relación entre parámetros estudiados
Shahid et al. 2025 (40)	40	Fuerza	16 semanas	Muestra sanguínea	Mayor fuerza de agarre desarrollada en fase folicular Mayor fuerza en cuádriceps y tríceps sural en ovulatoria

**Tabla 1.** Características principales de cada estudio.

## DISCUSIÓN

En este apartado se realiza un análisis comparativo de los artículos revisados, aportando información relevante que apoye, contraste, o justifique los datos obtenidos. Además, se evalúa la hipótesis planteada en la introducción de este trabajo académico, que proponía, en base a los efectos del estrógenos y la progesterona sobre el músculo, un mayor rendimiento de las propiedades musculares estudiadas los días con alto nivel estrogénico.

## **Masa muscular**

Ninguno de los estudios analizados que investigaron la masa muscular halló relación significativa entre la fase del ciclo menstrual y cambios en la cantidad de tejido muscular de la mujer. A pesar de ello, resulta de interés en esta revisión analizar los datos relevantes de cada estudio y principalmente, la metodología de cada artículo. La interpretación de los resultados que estudian la masa muscular debe realizarse con cautela, ya que puede variar según cuáles sean los métodos utilizados para medir este parámetro muscular.

El proceso de crecimiento muscular requiere un tiempo mínimo para que los cambios en el músculo sean perceptibles, pudiendo aparecer las primeras modificaciones alrededor de las 6 semanas de trabajo (41). Este fenómeno no es inmediato, ya que supone que un conjunto de adaptaciones se desarrollen gradualmente a medida que el cuerpo responde al estímulo del ejercicio. Es por tanto necesario un tiempo de estudio extenso, mayor que el de un único ciclo menstrual, para evaluar el crecimiento muscular. Un estudio realizado en 2015 evaluó la hipertrofia muscular como resultado de un programa de entrenamiento de resistencia de alta intensidad de 12 semanas de duración, que modificaba las frecuencias de entrenamiento dependiendo de la fase del ciclo en la que se encontraban las participantes. Tras las mediciones correspondientes, los hallazgos sugirieron que los cambios hormonales no afectaron de manera significativa en la hipertrofia muscular inducida por el entrenamiento de resistencia (16).

Los resultados de este estudio de 2015 se apoyan con los de una revisión de 2019 que estudió la relación entre el entrenamiento de resistencia y el metabolismo proteico del músculo esquelético. Esta investigación sugiere que las fases del ciclo menstrual pueden afectar a la fuerza pero no al metabolismo de las proteínas musculares (42). Sin embargo, en esta misma revisión se incluye algún estudio que hallaba mejores resultados de fuerza e hipertrofia si se entrenaba con alta frecuencia durante la fase folicular en lugar de enfatizar los entrenamientos en la fase lútea o realizar un entrenamiento constante (43).

Otra forma de evaluar el crecimiento muscular es investigar si el tamaño muscular varía a lo largo de un mismo ciclo en relación con los cambios que tienen lugar en cada fase. Así lo hizo un estudio de 2020, que destacó la importancia de que los instrumentos de medida puedan diferenciar entre el propio crecimiento muscular o el que aporta la inflamación o el edema en este (29), ya que algunos estudios han excluido a mujeres bajo la premisa de que cambios en el agua corporal durante el ciclo menstrual pueden alterar

el tamaño muscular o su medida. Se evaluó a 16 mujeres y, a su vez, 12 hombres como grupo control para comparar con el conjunto femenino de participantes. Tras mediciones durante 3 fases de 1 ciclo menstrual, concluyeron que tanto la inflamación muscular, el tamaño muscular y el agua corporal total no varían a lo largo de un ciclo en comparación al grupo analizado de hombres, y por tanto las fluctuaciones hormonales no afectan a los cambios que puedan tener los parámetros analizados (29).

Este último dato se apoya por otro estudio realizado en 2023 que tras estudiar el grosor muscular, entre otros parámetros, no halló relación relevante entre las variaciones hormonales de las fases y esta propiedad muscular estudiada (30).

### **Fatiga muscular**

Los resultados en relación con la fatiga muscular son dispares en los artículos incluidos en esta revisión.

Un estudio reciente de 2024 que evaluó la fatiga muscular en 2 momentos separados de un mismo ciclo, niega una relación existente entre la fatiga y la fase del ciclo menstrual. A pesar de estas conclusiones, cabe destacar que hallaron, mediante muestra sanguínea, unos niveles de lactato menores durante la fase con alto nivel de estrógeno, lo que puede indicar una menor dependencia al metabolismo anaeróbico y por tanto sugeriría una mayor resistencia a la fatiga (18).

Estos resultados se respaldan con los de otro estudio de 2024 que investigó los cambios en la fatiga neuromuscular y la percepción del esfuerzo durante un ciclo menstrual. Concluyendo también que los cambios hormonales no son lo suficiente significativos para afectar a los parámetros estudiados (31).

En contraposición a los hallazgos mencionados anteriormente, un estudio realizado en 2017 en una muestra amplia, con un total de 100 mujeres, obtuvo como resultado la máxima fatiga durante la fase de sangrado menstrual, mientras que los niveles más bajos de fatiga se encontraron en la fase folicular. A pesar de estas conclusiones, son los autores del propio estudio los que proponen que este hallazgo puede ser consecuencia del impacto negativo que supone para las mujeres el propio sangrado, o que incluso sea la pérdida de sangre la que afecte directamente al rendimiento (32).

Sí que se hallaron diferencias en los perfiles de fatiga en una investigación que observó la relación entre la variación de las hormonas sexuales y las fases del ciclo, con la fatiga neuromuscular (periférica y central), a través de ejercicios con carga de alta intensidad y su relación con las propiedades neuromusculares y las capacidades metabólicas (27).

La fatiga periférica hace referencia a las acciones implicadas en el propio músculo, entre ellas la acumulación de metabolitos, alteración en el flujo sanguíneo o limitación de sustratos musculares (44). En cambio, la fatiga central es la implicada en el funcionamiento del sistema nervioso central, y se ve reflejada como una disminución de la contracción voluntaria máxima (44).

En el estudio mencionado anteriormente, destaca una mayor fatiga muscular en la fase lútea, y también, aunque en menor media, en la fase folicular media. Además, el lactato en sangre aumentó en la fase menstrual, indicando una mayor glucólisis anaeróbica, lo que se relaciona con una mayor fatiga metabólica durante ese periodo (27). A pesar de estos resultados, no se hallaron diferencias en la potencia muscular entre las fases, es decir, pese a que se observaron fluctuaciones en las hormonas sexuales a través de muestras sanguíneas, no se hallaron variaciones en el rendimiento de fuerza en condiciones de ausencia de fatiga (27).

En cuanto a la fatiga central, se observó una disminución de esta en la ovulación, lo que implica una mayor capacidad neural y excitabilidad cortical durante esta fase (27). Esto se relaciona con las capacidades neuro-excitatorias del estrógeno que alcanza valores máximos cercanos a este periodo.

La función neuromuscular y la fatiga en la relación a las hormonas sexuales fue objeto de estudio en un trabajo de 2019. Los hallazgos muestran importantes cambios en la función del sistema nervioso central según variaciones hormonales. El estudio apoya el papel neuroexcitador del estrógeno y la inhibición del mismo por parte de la progesterona, ya que el estrógeno actuó como neuroexcitador asociando un aumento de la contracción voluntaria el día 14 del ciclo. Sin embargo, el efecto inhibitorio de la progesterona resultó en una disminución de esta contracción en la fase lútea (33).

Sin embargo, en cuanto a la fatiga muscular, contradice los hallazgos mencionados anteriormente, que proponían que la fatiga era menor en el momento cercano a la ovulación. Se observó, durante la fase lútea media, un mayor tiempo hasta el fallo, es

decir, una menor fatiga, relacionándolo con el aumento de la progesterona en el día 21 del ciclo. En el estudio se midió la inhibición GABAérgica y se observó un aumento de la inhibición cortical el día 21 del ciclo (33). Se había demostrado previamente que el GABA puede actuar como analgésico (45), por tanto, se sugiere que los efectos analgésicos de la neurotransmisión GABA permiten a las mujeres mantener el ejercicio durante un mayor período de tiempo gracias a una menor percepción del dolor (33).

### **Fuerza muscular**

Los hallazgos que se obtienen de los diferentes estudios con relación a las fases del ciclo menstrual y su implicación en la fuerza muscular también son heterogéneos.

Como se ha mencionado en el apartado de resultados, algunos estudios centran su investigación en la fuerza de los músculos implicados en el control de la articulación de la rodilla, ya que una debilidad o desequilibrio de estos está entre las causas de rotura de ligamento cruzado anterior. La rotura de ligamento cruzado anterior es una lesión muy común en el deporte femenino, que puede asociar también daño de menisco u otros ligamentos y requiere una larga recuperación. Debido al impacto que tiene esta lesión en el desarrollo deportivo de la mujer que lo sufre, y su alta frecuencia, existe un gran interés en el estudio de las implicaciones del ciclo menstrual en ella (35).

La fuerza de agarre manual y la fuerza máxima isocinética de la rodilla fueron objeto de investigación en un estudio que halló una menor fuerza durante la fase folicular temprana o menstruación en comparación a la fase ovulatoria y lútea. Se destacó que este hallazgo era de especial relevancia en el área de la prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior, ya que se observó una disminución del 4-11% en el torque pico en flexión durante la fase folicular temprana del ciclo menstrual. Una disminución de la fuerza de los isquiotibiales, responsables de la flexión de la articulación, en esta fase menstrual, supone mayor riesgo para la lesión de este ligamento durante este periodo menstrual (34).

Paralelamente al estudio anterior, fue investigado un grupo mujeres en uso de tratamiento anticonceptivo oral, realizando las mismas pruebas que el grupo sin tratamiento hormonal. Hallaron que los parámetros analizados fueron similares independientemente de si la mujer estaba tomando anticonceptivos o no. Con este último dato sugieren que las diferencias en la fuerza según la fase del ciclo podrían no ser

consecuencia única de las variaciones hormonales, ya que los anticonceptivos orales estabilizan la concentración hormonal y los resultados fueron similares entre ambos grupos de participantes sin diferenciar la toma o no de estos fármacos (34).

Por ello, se debe tener en cuenta que las fluctuaciones hormonales no son el único cambio fisiológico que tiene lugar durante el ciclo menstrual. Por ejemplo, se propone que las concentraciones más bajas de hierro en la fase folicular temprana podrían explicar la disminución de fuerza muscular durante esos días del ciclo (34).

La fuerza de los músculos extensores y flexores de la rodilla también fue objeto de estudio en otra investigación (35) que halló que esta era mayor durante la ovulación, cuando la relación estrógeno-progesterona es alta. Sin embargo, en la fase lútea, esta fuerza disminuye rápidamente, coincidiendo con la inversión de esta relación hormonal. Por ello, el estudio recomienda tomar medidas preventivas en los entrenamientos de las deportistas durante la fase folicular temprana y lútea debido al riesgo de lesión de este ligamento estudiado.

Además, se explica que las mujeres adquirirán mayor fuerza muscular si esta prevención mediante entrenamiento de fuerza se realiza cuando esta misma es mayor, es decir, en la ovulación. Se obtendrán cambios más destacables en el volumen muscular si el trabajo se realiza en ambiente anabólico, como es la presencia de estrógenos, lo que explica la diferencia en la fuerza muscular durante las distintas fases del ciclo menstrual (35).

Un estudio que investigó movimientos concretos de esta articulación de la rodilla, halló que durante la fase folicular, el rango funcional en la flexión excéntrica de los isquiotibiales era menor, sin embargo, el torque máximo y la fuerza no se vieron alteradas según la fase del ciclo menstrual. Por tanto, concluyen que los datos isocinéticos deberían interpretarse centrándose en los puntos de debilidad a lo largo del rango de movimiento y no únicamente limitarse al valor concreto de la fuerza. Es por ello por lo que proponen un mayor riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior durante la fase folicular, presentando como mecanismo lesivo la disminución de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales en los rangos finales de extensión, momento crucial de control muscular en la prevención de lesiones (36).



Además de las investigaciones alrededor del ligamento cruzado anterior, existen otros estudios en los que la fuerza muscular ha sido uno de los principales parámetros evaluados.

La mayoría de los estudios analizados no hallan implicaciones significativas en los cambios que tienen lugar durante el ciclo menstrual y la fuerza de la mujer (16,27,29–31,37–39).

Algunos de estos estudios hallaron diferencias en el rendimiento de fuerza entre las fases de un ciclo menstrual, pero no las relacionaron con las fluctuaciones en las hormonas sexuales sino con otros parámetros.

Por ejemplo, uno de los estudios propuso la misma hipótesis que la planteada previamente en esta revisión, donde el rendimiento en fuerza sería mayor cuando los niveles de estrógeno fueran máximos y los de progesterona bajos, basándose en los efectos positivos del estrógeno sobre el músculo, y los antagónicos que posee la progesterona (38). Para examinar esta idea, realizaron un número mayor de mediciones físicas los días alrededor de la ovulación, donde esta diferencia hormonal era máxima. Sin embargo, no encontraron que ninguna variación hormonal se relacionara con ningún parámetro de rendimiento físico. La explicación que ofrecen ante esta conclusión es que, las mujeres eumenorréicas a pesar de presentar variaciones hormonales durante el ciclo, no tienen un déficit de estrógenos, siendo los niveles de esta hormona mucho más altos que los que presentan animales ovariectomizados (46) o mujeres postmenopáusicas (47), en los que se ha estudiado que un suplemento de estrógenos mejora su producción de fuerza. Por lo que, al tener un nivel base de estrógenos, las variaciones de esta hormona durante el ciclo no son significativas (38).

Este mismo artículo presenta un menor rendimiento físico al final de la fase lútea y durante la menstruación, pero relacionan estos cambios de desempeño físico con la percepción del propio nivel de rendimiento físico de cada mujer, la motivación de estas, el nivel de placer y el nivel de excitación de cada mujer al realizar la actividad física (38).

La fuerza, la resistencia y la potencia anaeróbica se analizaron en uno de los estudios, que no encontró diferencias al medir estos parámetros en 3 diferentes fases de 1 ciclo. A pesar de ello, indica que el rendimiento físico y por tanto la fuerza muscular puede verse

afectada por muchos otros factores que no se relacionan con el ciclo menstrual, como la condición física de la mujer, el estrés y el estado nutricional (39).

Además, existen muchas condiciones que pueden alterar las hormonas sexuales. La dieta, por ejemplo, desempeña un papel importante en la influencia sobre el metabolismo y las funciones reproductivas relacionadas con estas hormonas (40).

También hay investigaciones que basan su plan de entrenamiento en las fases del ciclo menstrual, y evalúan así los parámetros de estudio según se realicen un momento u otro del ciclo, es decir, modifican las frecuencias de entrenamiento dependiendo de la fase del ciclo en el que se encuentre la mujer (16). Se considera muy importante ajustar la carga de ejercicio durante un programa de entrenamiento a la fuerza máxima que una mujer pueda realizar, en el caso de que esta se vea afectada por la fase del ciclo menstrual en la que se encuentre. Fue en un estudio de 2015 donde planteaban que los cambios hormonales serían relevantes en los resultados de un plan de entrenamiento. Sin embargo, no hallaron diferencias en la función y fuerza muscular tras las diferentes sesiones de ejercicio basadas en este ciclo, proponiendo que no hay repercusión en el rendimiento deportivo femenino y que se pueden seleccionar frecuencias de entrenamiento sin considerar la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren las deportistas (16).

Finalmente, se encuentran algunos estudios que sí que apoyan una diferencia de fuerza muscular según el momento del ciclo menstrual.

En primer lugar, un estudio halló menor fuerza durante la fase de sangrado menstrual, seguida de la fase lútea y finalmente de la folicular. Proponiendo que estas conclusiones son resultado de las variaciones en las hormonas sexuales, con un efecto negativo de la progesterona y uno positivo del estrógeno (32).

Una investigación que elaboró un plan de entrenamiento más prolongado, apoya la idea de cambios en el desarrollo de fuerza según la fase del ciclo menstrual. Pese a este hallazgo, proponen que estas fluctuaciones hormonales no suponen una idea general a tener en cuenta y que el impacto de estas hormonas en la fuerza muscular no es algo muy significativo, por lo que crear planes de entrenamiento basados en estas fases no implica algo positivo en el desarrollo físico. Lo que plantean es ofrecer entrenamientos personalizados, según sea la respuesta al ejercicio de cada mujer durante el ciclo menstrual de forma individual (40).

Esta última conclusión viene respaldada por una revisión sistemática realizada en 2022. Este trabajo analizó algunos estudios que investigaban los efectos del ciclo menstrual en el rendimiento físico mediante entrenamientos de resistencia. Concluyó que las fluctuaciones hormonales sí que podían influir en parámetros como la fuerza o la recuperación muscular. Sin embargo, la literatura disponible de como ejercen este efecto era escasa y contradictoria. Según esta revisión, algunos estudios sugieren que la fase folicular, debido al aumento de estrógenos, es la que más impacto positivo tiene en el desarrollo de fuerza y masa muscular, sin embargo son otros los que no encuentran diferencias claras. Por lo tanto, proponen una orientación individualizada de cada mujer en su planificación de entrenamiento para obtener los mejores resultados (48).

En este trabajo académico se analizó otra revisión que investigó en la literatura el efecto de las hormonas femeninas en la respuesta al entrenamiento de resistencia. Las conclusiones fueron similares, destacando la dificultad de obtener conclusiones debido a la diferencia de diseños de estudio y las limitaciones que estos presentan. El resumen de los estudios revisados en ese trabajo sí que apoyarían un entrenamiento basado en la fase folicular para mejorar los resultados del entrenamiento de resistencia en mujeres eumenorréicas. Entre algunas de las razones mencionadas para proponer esta idea es que durante la fase folicular tardía la respuesta a la hormona de crecimiento es mayor (49).

Una última revisión que analizó los cambios de la fuerza a lo largo del ciclo menstrual apoya la idea de diferencias no significativas en el rendimiento de la fuerza entre las fases del ciclo. Las pequeñas diferencias halladas las asocian con limitaciones metodológicas de los estudios realizados. Sugiere que las diferencias individuales pueden ser más relevantes que las fluctuaciones hormonales generales durante un ciclo menstrual, proponiendo que no es necesario establecer planes de entrenamiento concretos en caso de tener como objetivo una mejora en el rendimiento de fuerza, y en el caso de que se plantee este plan, que este se adapte según las características individuales además de otras variables no relacionadas con el ciclo menstrual y la fluctuación hormonal (50).

## **LIMITACIONES**

### **Limitaciones detectadas en los estudios analizados**

Tras la revisión de la literatura relevante en este campo, cabe mencionar ciertas limitaciones que presentan algunos de los estudios incluidos y que podrían dar respuesta a las diferencias de los hallazgos obtenidos en los mismos.

Dentro de las limitaciones, cabe destacar el pequeño tamaño de la muestra y el corto periodo de estudio que ofrecen gran cantidad de artículos.

Por otra parte, la explicación de la controversia que muestran los resultados de este trabajo académico, puede deberse a la variedad de metodología utilizada para determinar las diferentes fases del ciclo menstrual así como a la falta de obtención de valores hormonales en muchos estudios. Las técnicas utilizadas por los estudios para identificar la fase del ciclo incluyen el calendario menstrual auto informado, pruebas de ovulación en orina, la medición de la temperatura corporal, y el análisis sanguíneo o salival de los niveles hormonales.

A pesar de que los estudios insisten en incluir participantes con ciclos regulares y sin patología que pueda afectar al mismo, cabe destacar la importancia de la metodología correcta para determinar cada fase del ciclo menstrual y asegurar la exclusión de mujeres que no aparezcan dentro de los criterios determinados, ya que de lo contrario los resultados pueden aparecer alterados (mujeres con deficiencia lútea, ciclos anovulatorios...) (38).

En relación con la determinación de los niveles hormonales, la gran mayoría de estudios centran su investigación en relacionar la fase menstrual con el rendimiento deportivo, sin embargo, no intentan examinar si las variaciones en este rendimiento se deben a las fluctuaciones concretas de cada hormona (31).

Además, en la mayor parte de las investigaciones no se incluyen otras hormonas sexuales que pueden afectar al músculo, como la testosterona.

Otro motivo de diversidad de hallazgos puede deberse al grupo muscular estudiado o el tipo de ejercicio que se emplea. No es lo mismo observar la fuerza de un gran grupo muscular o un ejercicio que reclute varios músculos, que estudiar el rendimiento en

pequeños grupos musculares que sean más sensibles a cambios fisiológicos o donde el examen sea más concreto.

Lo mismo ocurre con la metodología que se utiliza para medir algunas propiedades musculares. Por ejemplo, se debe tener cautela a la hora de interpretar resultados que estudien la masa muscular, porque a veces se basan en la fluctuación de agua corporal, y no en un cambio estructural en el tejido contráctil.

El efecto aprendizaje por parte de las participantes en las pruebas físicas realizadas en cada investigación también puede afectar a los resultados. Es decir, conforme van realizando más veces la actividad física requerida para medir determinado parámetro muscular, pueden adquirir habilidades que les permitan una mejor ejecución de dicho ejercicio. Por tanto, dependiendo de la fase menstrual en la que se empieza el estudio, puede que se obtengan unos resultados diferentes a los que se obtendrían si este comienzo fuera en otro momento del ciclo, ya que puede haber ocurrido un aprendizaje en ese periodo.

Por último, cabe diferenciar a mujeres bien entrenadas de las que no realizan tanto ejercicio. Deportistas semi o profesionales pueden tener niveles más bajos de hormonas y también mayor incidencia de amenorrea. Además, el resultado de las pruebas físicas en mujeres entrenadas puede verse afectado por la realización de ejercicio ajeno al programa de estudio (38).

### **Limitaciones de este trabajo académico**

Este trabajo académico presenta algunas limitaciones propias de una revisión narrativa que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados y conclusiones. Se ha realizado una búsqueda lo más rigurosa y sistematizada posible, basándose en los criterios PRISMA, aunque no se han empleado herramientas para evaluar la calidad metodológica de los estudios incluidos, al no tratarse de una revisión sistemática.

Se han incluido las bases de datos más relevantes, pero se ha limitado a aquellos estudios que estaban disponibles y a artículos publicados en un idioma concreto. Pese a ello, al aplicar el filtro de idioma, no fue necesario descartar un número significativo de estudios, ya que la gran mayoría de la literatura científica se encuentra publicada en inglés.

La selección de artículos se centró entre el 2015 y el 2025, lo que podría haber excluido estudios relevantes más antiguos. No obstante, se tomó esta decisión por la existencia de revisiones recientes que incorporaban una valoración de estudios previos en su investigación. Se consideró que los artículos publicados en un periodo de 10 años reflejarían los avances más recientes, permitiendo así enfocar el análisis en la evidencia actualizada y realizar la revisión de una forma sintetizada y enfocada.

A pesar de las limitaciones, esta revisión narrativa ha reunido gran parte de la literatura actual que responde a la pregunta de investigación planteada, integrando los resultados hallados y mostrando una visión conjunta y crítica de estos. Se ha llevado a cabo un análisis detallado de los artículos publicados, identificando las limitaciones que presentan. Estas observaciones permiten proponer futuras investigaciones que aborden estos aspectos y fortalezcan los conocimientos en este campo de estudio.

## **FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Tal y como señalan la mayoría de los estudios analizados en este trabajo académico, son necesarias más investigaciones que completen sus resultados para llegar a un acuerdo final y sólido.

Es cierto que, tras esta revisión de la literatura relacionada con el objeto de estudio, se pueden obtener resultados que responden a los objetivos del trabajo. Sin embargo, como se ha señalado en la discusión, los resultados observados no son consistentes entre sí ni conducen a una conclusión definitiva, ya que los hallazgos entre ellos son a veces contradictorios.

También resulta importante destacar que la literatura que se ofrece para un estudio que relaciona las fases del ciclo menstrual con las propiedades musculares concretas es escasa. Es cierto que se encuentran investigaciones que estudian el rendimiento deportivo en base al ciclo menstrual, pero es más difícil hallar estudios que analicen parámetros musculares más allá de la fuerza, como el desarrollo de masa muscular o las variaciones en el tono muscular.

Por tanto, se considera necesario realizar más estudios que trabajen la idea de esta revisión. Se propone incluir una metodología común en las investigaciones, con medidas similares de cada propiedad muscular y principalmente, concretar de manera fiel qué fase

del ciclo se está evaluando. Se recomienda tener en cuenta otras variables que pueden afectar al rendimiento muscular, además de incluir el estudio de otras hormonas más allá del estrógeno y la progesterona. Además, se propone incluir muestras mayores y periodos de estudio más largos. Por último, sería interesante incorporar a las investigaciones otros parámetros musculares.

Por otra parte, se sugiere realizar futuras revisiones incorporando estudios en idiomas diferentes al español y el inglés, además de investigaciones publicadas en un periodo de tiempo más extenso, así como consultar otras bases de datos que puedan incluir más información al relevante.

## CONCLUSIONES

La revisión realizada en este trabajo académico ha hallado controversia en la literatura analizada sobre el impacto del ciclo menstrual en los parámetros musculares estudiados (masa, fatiga y fuerza musculares).

Con relación a la masa muscular, los resultados no sugieren diferencias en esta en asociación a los diferentes periodos del ciclo. Sin embargo, cabe destacar la escasa información hallada al respecto.

El impacto de cada fase menstrual en la fatiga muscular también es cuestionable, incluso contradictoria entre los artículos que sí que encuentran diferencias en este parámetro durante el ciclo.

En cuanto a la fuerza muscular, los hallazgos tampoco son unánimes. Aunque la mayor parte de investigaciones no observaron implicación clara del ciclo menstrual en este parámetro, hay ensayos que proponen un mejor rendimiento de fuerza al final de la fase folicular o durante la ovulación.

A pesar de los resultados contradictorios, los mayoría de los estudios que hallaron un impacto significativo de los cambios del ciclo menstrual en estos parámetros musculares muestran la misma idea. Apoyan que el trabajo muscular es óptimo durante el periodo de alto estrógeno, es decir, la fase folicular tardía y la fase ovulatoria, y sin embargo, es durante el periodo de alta progesterona y bajo estrógeno cuando este rendimiento es menor, es decir, la fase lútea y menstrual.

Por tanto, en base a los resultados obtenidos, y en cuanto a lo que estos parámetros musculares suponen para un rendimiento físico óptimo, no hay evidencias científicas suficientes que respalden que un plan de entrenamiento adaptado a la fase del ciclo menstrual de manera generalizada conlleve un mejor desarrollo de cada sesión de actividad física o implique una evolución más favorable a largo plazo.

## REFERENCIAS

1. Aguilar Macías AS, de los Ángeles Miranda M, Quintana Díaz A. La mujer, el ciclo menstrual y la actividad física The woman, the menstrual cycle, and the physical activity. Arch Med Camagüey. 2017;21(2):294-307.
2. Meignié A, Duclos M, Carling C, Orhant E, Provost P, Toussaint JF, Antero J. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Elite Athlete Performance: A Critical and Systematic Review. Front Physiol. 2021;12:654585.
3. Bruinvels G, Burden R, Brown N, Richards T, Pedlar C. The prevalence and impact of heavy menstrual bleeding (Menorrhagia) in elite and non-elite athletes. PLoS One. 2016Feb;11(2): e0149881.
4. Taim BC, Ó Catháin C, Renard M, Elliott-Sale KJ, Madigan S, Ní Chéilleachair N. The Prevalence of Menstrual Cycle Disorders and Menstrual Cycle-Related Symptoms in Female Athletes: A Systematic Literature Review. Sports Med. 2023 Oct;53(10):1963-84.
5. Giménez Blasi N, Latorre JA, Martínez Bebia M, Sáenz M, Cantero L, López-Moro A, et al. Ciclo menstrual y deporte: efectos sobre el rendimiento y el metabolismo de la mujer deportista (Menstrual Cycle and Sport: effects on the performance and metabolism of the athlete woman). Retos. 2022 Sep;46:565-72
6. Hamed-Hamed D, González-Muñoz A, Cuevas-Cervera M, Perez-Montilla JJ, Aguilar-Nuñez D, Aguilar-García M, Pruimboom L, Navarro-Ledesma S. Effects of the menstrual cycle on the performance of female football players. A systematic review. Front Physiol. 2024 Apr;15:1359953.



7. Basumatary B, Chaudhari VD. A Study Assessing on Health-Related Physical Fitness of School Children with The Components of Muscular Strength and Endurance. *Vidhyayana*. 2023 Apr;8(5):1-20.
8. Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol*. 2008 Jan;586(1):11-23.
9. Walowski CO, Braun W, Maisch MJ, Jensen B, Peine S, Norman K, et al. Reference values for skeletal muscle mass – current concepts and methodological considerations. *Nutrients*. MDPI AG. 2020;12:1–36.
10. Rodríguez Jiménez MJ, Curell Aguilá N. El ciclo menstrual y sus alteraciones. *Pediatría Integral*. 2017;21(5):304–1.
11. Khowailed IA, Petrofsky J, Lohman E, Daher N, Mohamed O. 17 $\beta$ -estradiol induced effects on anterior cruciate ligament laxness and neuromuscular activation patterns in female runners. *J Womens Health*. 2015 Aug;24(8):670–80.
12. Rozzi SL, Lephart SM, Fu FH. Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *J Athl Train*. 1999 Apr;34(2):106–14.
13. Velloso CP. Regulation of muscle mass by growth hormone and IGF-I. *Br J Pharmacol*. 2008 Jun;154(3):557-68.
14. Burger HG, Dudley EC, Robertson DM, Dennerstein L. Hormonal changes in the menopause transition. *Recent Prog Horm Res*. 2002;57:257-75.
15. Tiidus PM, Lowe DA, Brown M. Estrogen replacement and skeletal muscle: mechanisms and population health. *J Appl Physiol*. 2013;115:569–78.
16. Sakamaki-Sunaga M, Min S, Kamemoto K, Okamoto T. Effects of Menstrual Phase-Dependent Resistance Training Frequency on Muscular Hypertrophy and Strength. *J Strength Cond Res*. 2016 Jun;30(6):1727-34.
17. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*. 2005;35(4):339-61.

18. Cabre HE, Ladan AN, Moore SR, Joniak KE, Blue MNM, Pietrosimone BG, Hackney AC, Smith-Ryan AE. Effects of Hormonal Contraception and the Menstrual Cycle on Fatigability and Recovery From an Anaerobic Exercise Test. *J Strength Cond Res.* 2024 Jul;38(7):1256-65.
19. Parker BA, Smithmyer SL, Pelberg JA, Mishkin AD, Herr MD, Proctor DN. Sex differences in leg vasodilation during graded knee extensor exercise in young adults. *J Appl Physiol.* 2007 Nov;103(5):1583–91.
20. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab.* 2012;2012:960363.
21. Moran AL, Nelson SA, Landisch RM, Warren GL, Lowe DA. Estradiol replacement reverses ovariectomy-induced muscle contractile and myosin dysfunction in mature female mice. *J Appl Physiol.* 2007;102:1387–93.
22. Stachenfeld NS, Keefe DL, Palter SF. Estrogen and progesterone effects on transcapillary fluid dynamics. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2001 Oct;281(4):R1319-29.
23. Oosthuysen T, Bosch AN. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: implications for exercise performance in eumenorrhoeic women. *Sports Med.* 2010 Mar;40(3):207-27.
24. Lamont LS, Lemon PW, Bruot BC. Menstrual cycle and exercise effects on protein catabolism. *Med Sci Sports Exerc.* 1987 Apr;19(2):106-10.
25. Collins BC, Arpke RW, Larson AA, Baumann CW, Xie N, Cabelka CA, et al. Estrogen Regulates the Satellite Cell Compartment in Females. *Cell Rep.* 2019 Jul;28(2):368-81.
26. Alexander SE, Pollock AC, Lamon S. The effect of sex hormones on skeletal muscle adaptation in females. *Eur J Sport Sci.* 2022 Jul;22(7):1035-45.

27. Peltonen H, Mikkonen-Taipale R, Uimonen T, Walker S, Hackney AC, Valtonen M, et al. Power Loading-Induced Fatigue Is Influenced by Menstrual Cycle Phase. *Med Sci Sports Exerc.* 2022 Jul;54(7):1190-8.
28. Page M J, McKenzie J E, Bossuyt P M, Boutron I, Hoffmann T C, Mulrow C D et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews *BMJ.* 2021 Mar; 372:n71.
29. Kuehne TE, Kataoka R, Yitzchaki N, Zhu WG, Vasenina E, Buckner SL. An examination of changes in muscle thickness, isometric strength and body water throughout the menstrual cycle. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2021 Mar 1;41(2):165-72.
30. Bonilla IP, Abián P, Bravo-Sánchez A, Ramírez-De la Cruz M, Jiménez F, Abián-Vicén J. Influence of the menstrual cycle on physical and cognitive performance in eumenorrheic women. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2023;40(3):131-8.
31. Dragutinovic B, Moser F, Notbohm HL, Ihalainen JK, Bloch W, Schumann M. Influence of Menstrual Cycle and Oral Contraceptive Phases on Strength Performance, Neuromuscular Fatigue and Perceived Exertion. *J Appl Physiol.* 2024 Oct; 37(4):919-933.
32. Pallavi LC, D Souza UJ, Shivaprakash G. Assessment of Musculoskeletal Strength and Levels of Fatigue during Different Phases of Menstrual Cycle in Young Adults. *J Clin Diagn Res.* 2017 Feb;11(2):CC11-3.
33. Ansdell P, Brownstein CG, Škarabot 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;126:1701-12.
34. Weidauer L, Zwart MB, Clapper J, Albert J, Vukovich M, Specker B. Neuromuscular performance changes throughout the menstrual cycle in physically active females. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2020 Sep;20(3):314-324.
35. Pournasiri F, Zarei M, Mainer-Pardos E, Nobari H. Isometric and isokinetic strength of lower-limb muscles in female athletes during different phases of

- menstrual cycle: a causal-comparative study. *BMC Womens Health*. 2023 Dec 8;23(1):657.
36. Quigley T, Greig M. The influence of menstrual cycle phase on isokinetic knee flexor and extensor strength in female soccer players: a pilot study. *Res Sports Med*. 2025 Jan-Feb;33(1):87-96.
  37. García-Pinillos F, Lago-Fuentes C, Bujalance-Moreno P, Pérez-Castilla A. Effect of the Menstrual Cycle When Estimating 1 Repetition Maximum From the Load-Velocity Relationship During the Bench Press Exercise. *J Strength Cond Res*. 2022 Mar 1;36(3):e55-e58.
  38. Dam TV, Dalgaard LB, Sevdalis V, Bibby BM, Janse De Jonge X, Gravholt CH, et al. Muscle Performance during the Menstrual Cycle Correlates with Psychological Well-Being, but Not Fluctuations in Sex Hormones. *Med Sci Sports Exerc*. 2022 Oct;54(10):1678-89.
  39. Arazi H, Nasiri S, Eghbali E. Is there a difference toward strength, muscular endurance, anaerobic power and hormonal changes between the three phase of the menstrual cycle of active girls? *Apunts Medicina de l'Esport*. 2019 Apr;54(202):65-72.
  40. Shahid W, Noor R. Impact of BRACKS exercises on muscular strength in eumenorrheic women. *Sci Rep*. 2025 Feb;15(1):4430.
  41. Seynnes OR, de Boer M, Narici MV. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol*. 2007 Jan;102(1):368-73.
  42. Knowles OE, Aisbett B, Main LC, Drinkwater EJ, Orellana L, Lamon S. Resistance Training and Skeletal Muscle Protein Metabolism in Eumenorrheic Females: Implications for Researchers and Practitioners. *Sports Med*. 2019 Nov;49(11):1637-1650.
  43. Sung E, Han A, Hinrichs T, Vorgerd M, Manchado C, Platen P. Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *Springerplus*. 2014;3(1).

44. Moreno Quinchanegua JE. LA FATIGA, TIPOS CAUSAS Y EFECTOS. Rev. Digit. Act. Fis. Deport. 2018 Feb;3(2).
45. Jasmin L, Rabkin SD, Granato A, Boudah A, Ohara PT. Analgesia and hyperalgesia from GABA-mediated modulation of the cerebral cortex. Nature. 2003 Jul;424(6946):316-20.
46. Lowe DA, Baltgalvis KA, Greising SM. Mechanisms behind estrogen's beneficial effect on muscle strength in females. Exerc Sport Sci Rev. 2010 Apr;38(2):61-7.
47. Greising SM, Baltgalvis KA, Lowe DA, Warren GL. Hormone therapy and skeletal muscle strength: a meta-analysis. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2009 Oct;64(10):1071-81.
48. Kissow J, Jacobsen KJ, Gunnarsson TP, Jessen S, Hostrup M. Effects of Follicular and Luteal Phase-Based Menstrual Cycle Resistance Training on Muscle Strength and Mass. Sports Med. 2022 Dec;52(12):2813-9.
49. Thompson B, Almarjawi A, Sculley D, Janse de Jonge X. The Effect of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Acute Responses and Chronic Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review of the Literature. Sports Med. 2020 Jan;50(1):171-185.
50. Blagrove RC, Bruinvels G, Pedlar CR. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrheic women: A systematic review and meta-analysis. J Sci Med Sport. 2020 Dec;23(12):1220-1227.

## **ANEXO 1**

### **Artículos seleccionados y analizados en esta revisión bibliográfica**

#### Estudios originales

1. Effects of menstrual phase–dependent resistance training frequency on muscular hypertrophy and strength (16).
2. Assessment of Musculoskeletal Strength and Levels of Fatigue during Different Phases of Menstrual Cycle in Young Adults (32).
3. Is there a difference toward strength, muscular endurance anaerobic power and hormonal changes between the three phases of the menstrual cycle of active girls? (39).
4. Menstrual cycle-associated modulations in neuromuscular function and fatigability of the knee extensors in eumenorrheic women (33).
5. Neuromuscular performance changes throughout the menstrual cycle in physically active females (34).
6. An examination of changes in muscle thickness, isometric strength and body water throughout the menstrual cycle (29).
7. Effect of the Menstrual Cycle When Estimating 1 Repetition Maximum From the Load-Velocity Relationship During the Bench Press Exercise (37).
8. Power Loading–Induced Fatigue Is Influenced by Menstrual Cycle Phase (27).
9. Muscle Performance during the Menstrual Cycle Correlates with Psychological Well Being, but Not Fluctuations in Sex Hormones (38).
10. Influence of the menstrual cycle on physical and cognitive performance in eumenorrheic women (30).
11. Isometric and isokinetic strength of lower limb muscles in female athletes during different phases of menstrual cycle: a causal comparative study (35).
12. Influence of menstrual cycle and oral contraceptive phases on strength performance, neuromuscular fatigue, and perceived exertion (31).
13. Effects of Hormonal Contraception and the Menstrual Cycle on Fatigability and Recovery from an Anaerobic Exercise Test (18).
14. Impact of BRACKS exercises on muscular strength in eumenorrheic women(40)
15. The influence of menstrual cycle phase on isokinetic knee flexor and extensor strength in female soccer players: a pilot study (36).

### Revisiones sistemáticas y meta-análisis

1. Effects of Follicular and Luteal Phase-Based Menstrual Cycle Resistance Training on Muscle Strength and Mass (48).
2. Resistance Training and Skeletal Muscle Protein Metabolism in Eumenorrheic Females: Implications for Researchers and Practitioners (42).
3. The Effect of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Acute Responses and Chronic Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review of the Literature (49).
4. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrheic women: A systematic review and meta-analysis (50).