



TRABAJO FINAL DE GRADO EN MEDICINA

**CALIDAD ÓSEA, HORMONAS Y CICLO
MENSTRUAL EN MUJERES DEPORTISTAS: UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

Curso académico 2022-2023

Autora: Lara Esteve Calvo

Tutor: Pablo Baliño Remiro

En Castellón, 27 de mayo de 2023

ÍNDICE

1	ABREVIATURAS.....	4
2	RESUMEN.....	4
3	ABSTRACT.....	5
4	EXTENDED SUMMARY.....	5
5	INTRODUCCIÓN.....	8
5.1	JUSTIFICACIÓN DE LA REVISIÓN.....	8
5.2	ANTECEDENTES.....	8
5.2.1	<i>Mujer y deporte.....</i>	<i>8</i>
5.2.2	<i>Menstruación y deporte.....</i>	<i>9</i>
5.2.3	<i>Mujer y calidad ósea.....</i>	<i>11</i>
5.3	OBJETIVOS DE LA REVISIÓN.....	14
5.4	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	14
6	METODOLOGÍA.....	15
6.1	CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD.....	15
6.2	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	15
6.3	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	16
6.4	PROCESO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS.....	16
6.5	PROCESO DE EXTRACCIÓN Y LISTA DE DATOS.....	17
6.6	EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SESGO DE ESTUDIOS INDIVIDUALES.....	17
7	RESULTADOS.....	18
7.1	SELECCIÓN DE ESTUDIOS.....	18
7.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS Y RESULTADOS.....	19
7.3	SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS.....	19
8	DISCUSIÓN.....	26
8.1	LIMITACIONES.....	29
9	CONCLUSIONES.....	30
10	BIBLIOGRAFIA.....	31
11	ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo menstrual, por Histología y biología celular Kierszenbaum, Abraham L, 2020 10

Figura 2. Diagrama de flujo en el que se representa la estrategia de búsqueda empleada, el cribado y la selección de artículos. 19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de elegibilidad de los estudios de la revisión sistemática..... 15

1 ABREVIATURAS

BSI: Bone stress injuries

E1G: Estrona-1-glucurónido

DMO: Densidad mineral ósea

DXA: Espectroscopia de absorción de rayos X de energía dual

PdG: Pregnanediol

QCT: Tomografía computarizada cuantitativa

SD: Desviaciones estándar

2 RESUMEN

Introducción: La participación deportiva femenina ha aumentado. La menstruación puede afectar el rendimiento deportivo femenino y ser influenciada por el entrenamiento y la nutrición. Aunque el ejercicio proporciona beneficios para la salud, la actividad física rigurosa también asocia una serie de riesgos para la mujer. La regulación hormonal es un factor clave en el crecimiento, desarrollo y preservación ósea.

Objetivos: Determinar la relación entre el estado menstrual y la calidad ósea en mujeres deportistas, además de explorar otros factores relacionados.

Metodología: La revisión se realizó a partir de las bases de datos de MedlinePlus, Cochrane Library y Scopus, obteniendo 13 estudios tras aplicar los criterios de elegibilidad establecidos. Se elaboraron tablas extrayendo datos. Se utilizó la escala Newcastle Ottawa para evaluar los sesgos.

Resultados: Las alteraciones menstruales y las dietas hipocalóricas muestran relación con una menor DMO. Los deportes de carga y alto impacto son un factor protector en la DMO. Diferentes estudios muestran relación entre la fractura de estrés y el estado menstrual, así como con las horas de ejercicio realizadas. No se demuestra relación de los anticonceptivos con la calidad ósea.

Conclusión: Las alteraciones menstruales en deportistas pueden comprometer la calidad ósea. Una nutrición adecuada es importante para evitar posibles alteraciones en el ciclo menstrual y prevenir la desmineralización esquelética. Los deportes de carga y alto

impacto pueden ser factores protectores de la DMO. Se sugiere la necesidad de estudios longitudinales e intervenciones adecuadas para minimizar el riesgo de problemas de salud en mujeres deportistas.

Palabras clave: Bone, Hormones, Menstrual cycle, Woman, Sport.

3 ABSTRACT

Introduction: Women's participation in sports has increased. Menstruation can affect female athletic performance and be influenced by training and nutrition. Although exercise provides health benefits, rigorous physical activity also associates a series of risks for women. Hormonal regulation is a key factor in bone growth, development, and preservation.

Objectives: To determine the relationship between menstrual status and bone quality in female athletes, as well as explore other related factors. **Methodology:** The review was conducted from the MedlinePlus, Cochrane Library, and Scopus databases, obtaining 13 studies after applying established eligibility criteria. Tables were developed by extracting data. The Newcastle Ottawa scale was used to evaluate biases.

Results: Menstrual alterations and hypocaloric diets show a relationship with lower BMD. It is demonstrated that weight-bearing and high-impact sports are a protective factor in BMD. Different studies show a relationship between stress fractures and menstrual status. No relationship is demonstrated between exercise hours with stress fractures, nor contraceptives with bone quality.

Conclusion: Menstrual alterations and low-calorie diets show a relationship with lower bone mineral density (BMD). It has been shown that weight-bearing and high-impact sports are a protective factor in BMD. Various studies show a relationship between stress fractures and menstrual status, as well as the number of exercise hours performed. There is no evidence of a relationship between contraceptives and bone quality.

Keywords: Bone, Hormones, Menstrual cycle, Woman, Sport.

4 EXTENDED SUMMARY

Introduction: Women's participation in sports has been a slow and gradual process that has been increasing in recent years due to the influence of cultural, social, and political

factors. The differences between genders and their effects on physical activity are well known. This has led to obstacles due to biological differences between men and women, resulting in stereotypes and prejudices that have limited women's participation in sports. Despite the growing participation, the current research on the development of female athletes is scarce. Research work is necessary to understand the physiology of women and to provide information in order to improve their health and athletic performance.

Menstruation is a complex physiological process in which there is dynamic interaction between the hypothalamus, pituitary gland, and ovary, organizing the events of the menstrual cycle. The menstrual cycle can affect female athletic performance and be influenced by training and nutrition. Dysregulation of the menstrual cycle in athletes can manifest as oligoamenorrhea, primary or secondary amenorrhea.

Bone quality refers to the characteristics of the bone that affect its resistance to fractures. Bone is a dynamic biomaterial composed of two bone tissues, trabecular and cortical, with different architecture and function. Hormonal regulation is crucial for its growth, development, and preservation. The cells responsible for generating, regulating, and maintaining bone are osteoblasts, osteoclasts, osteocytes, and lining cells. Chronic menstrual irregularity and low energy availability are linked to poor skeletal health due to the influence of estrogens and metabolic hormones on bone resorption and formation.

Although exercise provides health benefits, rigorous physical activity also poses a series of risks for women. Hormonal regulation is a key factor in bone growth, development, and preservation.

Objectives: The main objective is to determine the relationship between menstrual status and bone quality in female athletes. The secondary objectives seek to specify the relationship between diet and bone mineral density (BMD), determine if there is a type of sport that protects against low BMD, determine if there is a greater risk of stress injuries with more hours of exercise, provide information on whether there is a relationship between stress fractures and menstrual status, and determine if contraceptives can influence bone quality.

Methodology: The systematic review was carried out with a bibliographic search from October 2022 to January 2023, from the MedlinePlus, Cochrane Library, and Scopus databases. The keywords used to facilitate the search were: Bone, Hormones, Menstrual

cycle, Woman, Sport. After acquiring relevant studies for the review, duplicates were eliminated, and inclusion/exclusion criteria previously determined were applied. Those not available in full text, paid, or inaccessible were excluded. A manual selection was made by critically reading the articles, finally including a total of 13 articles in the present systematic review. Subsequently, a standardized table was designed to facilitate the data extraction process, representing the main characteristics. To assess the quality and carry out the analysis of the risk of bias of the studies, the Newcastle Ottawa Scale (NOS) was used. Tables were prepared that collected the risk of bias of each of the studies.

Results: Regarding the primary objective, various studies have shown that alterations in the menstrual cycle (amenorrhea or oligomenorrhea) were associated with low bone mineral density (BMD), demonstrating an association between menstrual status and bone quality in female athletes.

As for secondary objectives, several studies have established an association between low-calorie diets and low BMD although, further research will be necessary to determine its role concretely.

On the other hand, it has been shown that weight-bearing and high-impact sports are a protective factor for BMD. Studies have determined that female athletes participating in weight-bearing and high-impact sports have higher BMD, indicating that these types of sports could be considered a protective factor for BMD.

Different studies show a relationship between stress fractures and menstrual status and the number of exercise hours performed, although the latter are subject to other variables.

Finally, the information obtained on the relationship between contraceptives and bone quality does not provide us with sufficient evidence to draw conclusions.

Conclusion: In female athletes, the occurrence of multiple episodes of amenorrhea or oligomenorrhea is associated with lower BMD. There is a relationship between menstrual status and stress fractures. Load-bearing and high-impact sports are protective factors for BMD. There are no conclusive results regarding the use of contraceptives and their relationship with bone quality. There is no clear relationship between lifestyle factors and bone quality.

In conclusion, the results show the importance of a nutritionally adequate intake in female athletes to prevent possible alterations in the menstrual cycle and avoid skeletal demineralization. In any case, appropriate education and intervention are essential to minimize the risk of skeletal consequences and health problems.

5 INTRODUCCIÓN

5.1 JUSTIFICACIÓN DE LA REVISIÓN

El deporte es una actividad que ha sido históricamente vista como masculina. Sin embargo, la participación de mujeres en el deporte ha ido aumentando a lo largo de las últimas décadas. A pesar de objetivar esta creciente participación, el estudio que hay en la actualidad para un correcto desarrollo como atletas podría considerarse escaso.

Un trabajo de investigación sobre, las hormonas y la calidad ósea puede tener un impacto significativo en la comprensión de la fisiología de la mujer deportista y en la promoción de la igualdad de género en el deporte. Además, puede proporcionar información valiosa para los entrenadores, médicos deportivos y mujeres deportistas que buscan mejorar su salud y rendimiento deportivo.

5.2 ANTECEDENTES

5.2.1 Mujer y deporte

A lo largo de los siglos se han desarrollado estereotipos y prejuicios que han limitado la participación de las mujeres en las prácticas deportivas¹. El inicio de la mujer en el deporte ha sido un proceso lento y gradual influenciado por diversos factores culturales, sociales y políticos. Podemos considerar que a principios del siglo XX empieza el gran movimiento para la incorporación de la mujer en el deporte². Desde entonces, la participación de la mujer en el deporte ha ido creciendo.

Son conocidas las diferencias presentes entre los géneros y sus efectos respecto a la actividad física, comportando un obstáculo de diferencias biológicas ante los hombres. El volumen cardíaco de una mujer promedio es considerado un 25% menor que el de un hombre². La caja torácica femenina generalmente es más pequeña, disminuyendo la capacidad pulmonar¹. Tal condición se presenta acompañada de un menor volumen de sangre circulante, reduciendo su capacidad de transportar oxígeno¹. Las mujeres suelen presentar menor tejido muscular debido, entre otros, a los factores hormonales³. La

testosterona tiene un papel importante en el incremento de la masa muscular y la síntesis proteica, presentándose en mayor cantidad en el sexo masculino⁴. En cambio, debido a la acción de los estrógenos, la mujer tiene tendencia a tener una mayor cantidad de grasa (un 7-10%), y una menor masa muscular (un 10% aproximadamente), generando una menor cantidad de fuerza en rasgos generales⁵.

A pesar de las diferencias descritas, se ha ido observando una creciente participación de la mujer en el mundo deportivo realizándose un cambio cultural. Poco a poco, se van borrando más las diferencias entre los géneros en el rendimiento deportivo².

5.2.2 Menstruación y deporte

La menstruación es un proceso fisiológico complejo. Las neuronas hipotalámicas segregan GnRH de forma pulsátil. La GnRH estimula la producción de FSH y LH por las células gonadotropas hipofisarias⁶. Una frecuencia alta de los pulsos de GnRH (un pulso cada 60-90 minutos) induce la producción de LH, mientras que una frecuencia lenta induce la síntesis de FSH⁶. Se genera una interacción dinámica entre el hipotálamo, la hipófisis y el ovario organizando los acontecimientos del ciclo menstrual.

El proceso del ciclo menstrual se basa en un proceso de un promedio de 28 días en el que podemos encontrar tres fases: una fase folicular, una fase ovulatoria y una fase lútea.

La primera fase, la folicular, empieza en el primer día menstrual y termina con la ovulación⁷. En los primeros días del ciclo, varios folículos primordiales (entre 10 y 20) inician el desarrollo (reclutamiento folicular) estimulados por la FSH. De estos folículos, solo uno suele continuar la diferenciación y maduración; el folículo dominante. El resto de los folículos experimentan atresia^{8,9}.

La producción de estrógenos (fundamentalmente estradiol) se realiza, en las células de la granulosa del folículo a partir de andrógenos, en un proceso enzimático llamado aromatización, y estimulado por la FSH. La concentración de estrógenos va aumentando, al principio lentamente y después de forma rápida, alcanzando su punto máximo antes de la ovulación. Al llegar a este punto, produce un efecto de retroalimentación positiva sobre la secreción de GnRH, creando un pico de LH en la mitad del ciclo, alcanzando su nivel máximo unas 10-12h antes de la ovulación posteriormente, disminuye bruscamente^{9,10}.

La ovulación se produce por el pico de LH. El LH inducirá la maduración del ovocito y la luteinización de las células de la granulosa, por la cual se produce un aumento en la producción de progesterona. Este aumento de progesterona induce un efecto de retroacción negativo sobre la LH, disminuyéndola⁹. La fase lútea tendrá lugar después de la ovulación y terminará con el primer día de la menstruación⁷. Tanto el estrógeno como la progesterona están elevados en la etapa lútea¹⁰. En la fase lútea, la principal secreción de los ovarios es la progesterona. La producción de progesterona alcanza su máximo nivel al octavo día del pico de la LH del ciclo, después desciende hasta la menstruación. Una de sus acciones es ejercer una retroalimentación negativa sobre la secreción de GnRH, inhibiendo la secreción de FSH y LH. También es la encargada de inhibir el desarrollo de nuevos folículos^{9,11,12}. Los niveles de estradiol muestran un segundo aumento en esta fase y los niveles de gonadotropinas alcanzan el nivel más bajo⁹.

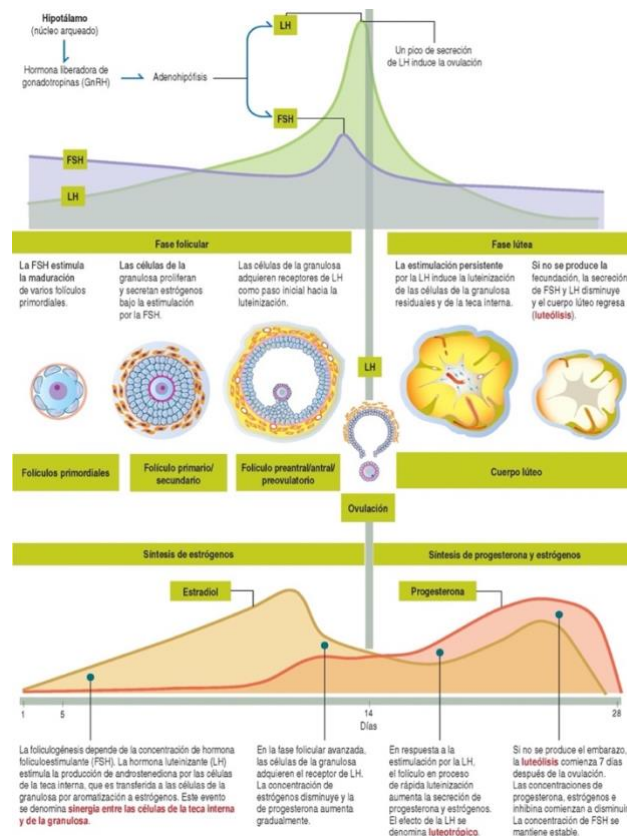


Figura 1. Ciclo menstrual, por Histología y biología celular Kierszenbaum, Abraham L, 2020

A lo largo del ciclo menstrual interactúan multitud de hormonas. Aunque la función principal de estas hormonas es favorecer la reproducción, las concentraciones cambiantes también ejercen una serie de efectos en múltiples sistemas fisiológicos, influyendo a los parámetros cardiovasculares, respiratorios, metabólicos y neuromusculares que podrían

tener posteriores implicaciones en el rendimiento deportivo¹³. Los cambios hormonales femeninos durante el ciclo menstrual o el uso de hormonas exógenas, como podrían ser un ciclo anticonceptivo, podrían tener efectos sobre el rendimiento deportivo¹⁴.

Aunque el ejercicio proporciona beneficios sustanciales para la salud, la actividad física rigurosa también asocia una serie de riesgos para la mujer¹³. La lucha por la excelencia lleva a crear un déficit de energía por el aumento del ejercicio, por la disminución de la ingesta, o por ambas razones¹⁵. Las anomalías reproductivas asociadas al ejercicio generalmente se deben a una disfunción a nivel hipotalámico, ya que el organismo suprime la función reproductora para prevenir el embarazo debido a la redistribución energética a favor de la preservación de los órganos vitales. Concretamente, la supresión de la liberación pulsátil hipotalámica de GnRH limita la secreción pituitaria de la LH y, en menor medida, de la FSH, que a su vez limita la estimulación ovárica y la producción de estradiol¹³. Todas estas alteraciones dan lugar a una desregulación del ciclo menstrual en las atletas produciendo oligomenorrea (ciclos menstruales a intervalos superiores de 35 días), amenorrea primaria (ausencia de menstruación a los 15 años en presencia de un desarrollo sexual secundario normal o dentro de los 5 años después del desarrollo de la mama si esto ocurre antes de los 10 años) o secundaria (pérdida de la menstruación durante 90 o más días después de la menarquia)¹⁵. Los síntomas de disfunción menstrual son en gran parte indicativos de hipogonadismo e incluyen sequedad vaginal, infertilidad y deterioro de la salud ósea¹⁵.

5.2.3 Mujer y calidad ósea

En la literatura, el término “calidad ósea” viene representado como la suma de todas las características del hueso que afectan a su capacidad para resistir las fracturas, todos los aspectos del tamaño, la forma y las propiedades del material, incluyendo la geometría ósea, la microarquitectura y la calidad del material de la matriz extracelular ósea, las características del hueso y sus efectos^{16,17}.

El hueso es un biomaterial altamente adaptativo, estructuralmente dinámico y metabólicamente activo, resistente y tenaz^{19,20}. Contiene dos tejidos óseos (trabecular y cortical) que son arquitectónica y funcionalmente diferentes. El tejido trabecular compone un 20% de la masa esquelética. Es esponjoso y poroso lo que le permite almacenar grandes cantidades de energía y tolerar las fuerzas cíclicas de bajo grado. Por otra parte, encontramos el tejido cortical, formando el 80% de la masa ósea. Este tipo de

tejido es organizado, compacto, rígido y de una textura lisa, predispuesto para tolerar fuerzas de mayor impacto repentinas y elevadas. Ambos tejidos coexisten en diferentes proporciones según las exigencias funcionales y regionales de cada hueso^{19,21,22}. El componente orgánico extracelular es mayoritariamente colágeno, confiriendo flexibilidad y resistencia. Por el contrario, el componente inorgánico mineralizado es principalmente calcio y fosfato (hidroxiapatita), dando al hueso su dureza y rigidez¹⁹.

Un factor clave en el crecimiento, desarrollo y preservación óseo es la regulación hormonal. Las hormonas de crecimiento ejercen efectos formativos; las hormonas gonadales ejercen efectos formativos y antiresortivos; y las hormonas calciotrópicas ejercen efectos homeostáticos^{19,23,24}.

La actividad hormonal empieza a descender tras el establecimiento de la masa ósea máxima, pasaremos al equilibrio durante la edad adulta temprana a mediana, y a la reabsorción durante la edad avanzada. Este desequilibrio en el metabolismo óseo se debe principalmente a la alteración de la actividad endocrina-paracrina¹⁹. Actualmente se cree que la formación ósea se limita a las primeras tres décadas de la vida humana, alcanzando la madurez para establecer la masa ósea máxima. El potencial del hueso para desarrollarse está influenciado por una variedad de factores no modificables (género, genética) y modificables (nutrición, hormonas, estilo de vida, condición física, actividad). Sin embargo, no es un proceso lineal, se desarrolla más rápidamente en la adolescencia, adquiriendo del 50 al 60% de la masa ósea total del adulto¹⁹.

Las células encargadas de generar, regular y mantener el hueso son: los osteoblastos, los osteoclastos, los osteocitos y las células de revestimiento. Los osteoblastos se encargan de producir nuevo material óseo y de calcificar el colágeno recién generado. Son las únicas que tienen la capacidad de transformarse en células de revestimiento (rodeando la matriz extracelular) y en osteocitos (dentro de la matriz ósea). Los osteocitos son las células más abundantes en el hueso, representando el 90-95% de todas las células óseas. El conjunto de los osteocitos forma una red conectada de canales sensoriales encargada en detectar alteraciones y comunicar los procesos reaccionarios a los osteoblastos, a las células de revestimiento óseo y otros osteocitos²⁴. Mediante un proceso de mecanotransducción convierte la energía mecánica en señales bioquímicas para promover procesos de crecimiento y reparación^{19,22,25}. Por otro lado, tenemos los osteoclastos, células catabólicas encargadas de degradar y reabsorber material óseo, generalmente, en

respuesta al daño o al desuso. Tanto los osteoclastos como los osteoblastos trabajan de forma independiente durante el proceso de formación ósea, pero durante el mantenimiento y la homeostasis, participan conjuntamente en la remodelación ósea¹⁹.

La eliminación de cargas mecánicas por microgravedad, desuso o lesión de la médula espinal (parálisis parcial o completa) da lugar a una pérdida de masa ósea. La pérdida ósea es incremental y progresiva con el tiempo y ocurre más rápidamente en el hueso trabecular que el hueso cortical. Por el contrario, las cargas mecánicas excesivas suministradas por la actividad repetitiva y cíclica también pueden producir efectos resortivos y degradantes netos sobre el hueso^{18,20,25}. A falta de una recuperación adecuada, la fatiga ósea conduce a la acumulación de microdaños y microgrietas. Esto tiene importantes consecuencias microestructurales, debilitando progresivamente el hueso hasta el eventual fracaso en forma de fracturas por estrés o mayor susceptibilidad a fracturas traumáticas¹⁹. En este punto es muy importante aumentar la fuerza ósea, pero, sobre todo, tener períodos de descanso para poder garantizar una recuperación integral.

Centrándonos en la mujer, la irregularidad menstrual crónica y la baja disponibilidad energética están vinculadas a una mala salud esquelética debido a la influencia de los estrógenos y las hormonas metabólicas en la resorción y formación ósea²⁶. Las alteraciones menstruales que dan lugar a niveles estrogénicos bajos provocan una hiperactividad de los osteoclastos, mientras tanto que la disminución energética compromete el entorno metabólico produciendo cambios en el factor de crecimiento insulínico 1, en la leptina, en el péptido YY y en el cortisol. El estrógeno es un potente inhibidor de la acción osteoclástica²⁷, por lo tanto, bajas concentraciones de estrógeno (como las que se dan en la amenorrea), darán lugar a un aumento de resorción ósea²⁸. La leptina, hormona anorexígena, es secretada por los adipocitos y regulada por el estado energético. En un proceso de disminución de energía se produce una disminución de esta hormona creando un impacto negativo en la secreción de GnRH²⁹. El factor de crecimiento insulínico 1 (IGF-I) también sufrirá una disminución. Esta hormona se encarga de la estimulación de la función osteoblástica y formación ósea. Además, también interacciona con varias acciones de la GH pudiendo su deficiencia aumentar las resistencias a dicha hormona^{30,31}. Al contrario de las otras dos hormonas, el péptido YY sufrirá un aumento generando una resistencia a la grelina (afectando negativamente a la secreción GnRH) y también provocando una disminución de la liberación de GnRH y

gonadotropinas³². El cortisol también sufrirá un aumento³³. Como resultado observaremos deficiencias en vitamina D, calcio y nutrientes que son necesarios para el proceso de mineralización ósea³⁴.

Para cuantificar la salud ósea encontramos: espectroscopia de absorción de rayos X de energía dual (DXA), la Tomografía Computarizada Cuantitativa periférica (QCT) y los marcadores bioquímicos. La salud esquelética se evalúa comúnmente utilizando medidas de la densidad mineral ósea (DMO). La DMO viene definida por la concentración media de mineral por unidad de área. Dentro de la terminología relacionada con la densitometría ósea, hallamos dos conceptos fundamentales. En un primer lugar, el T-score: es el número de desviaciones estándar (SD) por debajo de la DMO media en adultos jóvenes (entre 25 y 45 años). Y, por otro lado, el Z-score: es el número de SD por encima o por debajo de la media de la DMO en la población de la misma edad que el paciente³⁵.

5.3 OBJETIVOS DE LA REVISIÓN

El objetivo principal de la actual revisión es explorar la literatura científica con el fin de:

- Determinar si existe una relación entre el estado menstrual y la calidad ósea en las mujeres deportistas.

Los objetivos secundarios se centrarán en:

- Concretar la relación de la dieta con la DMO.
- Determinar si existe un tipo de deporte que nos proteja de tener un DMO baja.
- Conocer si a mayores horas de ejercicio existe un mayor riesgo de lesión por estrés.
- Proporcionar información sobre si existe relación entre la fractura de estrés y el estado menstrual.
- Determinar si los anticonceptivos pudieran influenciar sobre la calidad ósea.

5.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Con el objetivo de dirigir la búsqueda bibliográfica se plantean las siguientes preguntas clínicas:

- ¿Existe una asociación entre el estado menstrual y la calidad ósea en las mujeres deportistas?

- ¿Las alteraciones menstruales causan una menor DMO?
- ¿Una dieta baja en calorías influye en la DMO?
- ¿Más horas de ejercicio producen mayor riesgo de fractura por estrés?
- ¿Las alteraciones menstruales son un factor de riesgo para las fracturas de estrés?
- ¿Los deportes de alto impacto proporcionar mayor DMO en las mujeres?
- ¿Los anticonceptivos son un factor de riesgo para una baja DMO?

6 METODOLOGÍA

6.1 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura y evidencia científica actual sobre la calidad ósea, el estado hormonal y el ciclo menstrual en las mujeres deportistas, siguiendo las recomendaciones establecidas en la guía PRISMA 2020 ANEXO 1³⁶. Para ello se establecieron una serie de criterios de elegibilidad con el fin de elegir los estudios de mayor relevancia.

Tabla 1. Criterios de elegibilidad de los estudios de la revisión sistemática.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Artículos en castellano e inglés	Estudios realizados en hombres
Fecha de publicación en los últimos 20 años	Estudio no disponible a texto completo
Estudios realizados en humanos	Estudios realizados en animales
Estudios observacionales: estudios transversales, estudios de cohortes y de casos y controles.	Metaanálisis, revisiones sistemáticas, artículos de opinión y cartas al director.

6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

El proceso de la búsqueda bibliográfica se realizó de forma online en las siguientes fuentes de información: MedlinePlus, Cochrane Library y Scopus.

6.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Con el propósito de obtener los estudios necesarios para alcanzar el objetivo del estudio se realizó una estrategia de búsqueda en las fuentes de información previamente citadas.

La búsqueda se realizó desde octubre de 2022 hasta enero de 2023.

Los términos de búsqueda que se utilizaron incluyeron: Bone, Hormones, Menstrual cycle, Woman, Sport. En todas las búsquedas realizadas se combinaron dichos términos con dos operadores booleanos: AND (recuperando las referencias que incluyan los términos especificados) y OR (incluyendo las referencias que tengan cualquiera de los términos especificados).

En primer lugar, se realizó una primera búsqueda en *MedlinePlus*. La cadena de búsqueda utilizada que arrojó mayores resultados fue la combinación de los términos MeSH de las palabras clave. Además, cada una de las palabras fue incluida en formato [Title/Abstract] dando como resultado la siguiente cadena de búsqueda:

```
(((((((((bone[MeSH Major Topic]) OR (bone[Title/Abstract])) AND (hormone[MeSH Major Topic])) OR (hormone[Title/Abstract])) AND (woman[Title/Abstract])) OR (woman[MeSH Major Topic])) AND (menstrual cycle[Title/Abstract])) OR (menstrual cycle[MeSH Major Topic])) AND (sport[Title/Abstract])) OR (sport[MeSH Major Topic])
```

A continuación, con el objetivo de realizar una correcta selección de referencias y acotar los resultados de la búsqueda se establecieron una serie de filtros en base a los criterios de inclusión fijados previamente. Seguidamente, se procedió la búsqueda en las plataformas de *Cochrane Library* y *Scopus*. En estas dos plataformas la búsqueda se basó en la combinación de los términos de búsqueda, junto al operador booleano “AND” y los criterios de inclusión previamente comentados. En ambas bases de datos las etiquetas de campo utilizadas fueron Title/Abstract/Keyword.

6.4 PROCESO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Tras el proceso de adquirir estudios relevantes para nuestra revisión, en un primer lugar, se eliminaron los duplicados. Se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión a aquellos artículos obtenidos y se excluyeron aquellos no disponibles a texto completo, de pago o

inaccesibles. Seguidamente, se procedió a una selección manual realizando una lectura crítica basándose en el título y abstract, excluyendo aquellos que se consideraron irrelevantes o poco ajustables a los objetivos de la revisión. En último lugar como proceso de selección se llevó a cabo una lectura a texto completo de los artículos restante incluyendo un total de 13 artículos en la presente revisión sistemática.

6.5 PROCESO DE EXTRACCIÓN Y LISTA DE DATOS

Posteriormente a la selección de artículos, se diseñó una tabla estandarizada con el fin de facilitar el proceso de extracción de datos quedando representadas las principales características. Los apartados establecidos fueron:

- **Título del estudio**
- **Autores, año de publicación y país de desarrollo**
- **Diseño del estudio y objetivo**
- **Participantes:** especificando el número de participantes y las características relevantes para el estudio
- **Intervención**
- **Metodología**
- **Resultados y conclusiones**

6.6 EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SESGO DE ESTUDIOS INDIVIDUALES

Para valorar la calidad y llevar a cabo el análisis del riesgo de sesgo de los estudios, se ha utilizado la escala de *Newcastle Ottawa* (NOS) representada en el **ANEXO 2**³⁷ y aplicada en cada estudio en el **ANEXO 3**.

La escala de *Newcastle Ottawa* (NOS) nos permite evaluar la calidad de los estudios no aleatorios, incluyendo los estudios de casos y controles, cohortes y los transversales. La formación de la escala se compone de tres bloques. En el caso de los estudios de casos y controles tendremos los siguientes apartados: selección, comparabilidad y exposición. En los estudios transversales tendremos los bloques: selección, comparabilidad de grupos y resultados.

La escala nos ofrece una puntuación con estrellas (★), según si cumpla o no los ítems analizados, alcanzando un máximo de 9 estrellas. Una mayor puntuación indica menor riesgo de sesgo.

A partir de la puntuación podemos dividir los estudios en:

- Casos y controles de bajo riesgo (≥ 6 puntos).
- Casos y controles de elevado riesgo de sesgo (≤ 5 puntos).
- Transversal muy bueno (9-10 puntos).
- Transversal bueno (7-8 puntos).
- Transversal satisfactorio (5-6 puntos)
- Transversal insatisfactorio (0-4 puntos).

Para observar de una forma sencilla, se elaboraron una serie de tablas que recogen de forma general el riesgo de sesgo de cada uno de los estudios. Los resultados obtenidos de la presente evaluación del sesgo quedan recogidos en el **ANEXO 4** y **ANEXO 5**.

En referencia a los estudios de casos y controles, al analizar el riesgo de sesgo se han obtenido los 3 estudios con bajo riesgo. Los puntos más deficientes en la calidad metodológica han sido la selección y la exposición.

Respecto a los estudios transversales, encontramos 9 estudios considerados como buenos, y 1, considerado como satisfactorio, no encontramos ninguno de ellos clasificado como muy bueno. Donde encontramos más deficiencias en estos estudios es en el apartado de selección.

7 RESULTADOS

7.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Tras el proceso de selección de estudios, tal y como está comentado en el Apartado 6.4, se elaboró el siguiente diagrama de flujo resumiendo los pasos seguidos:

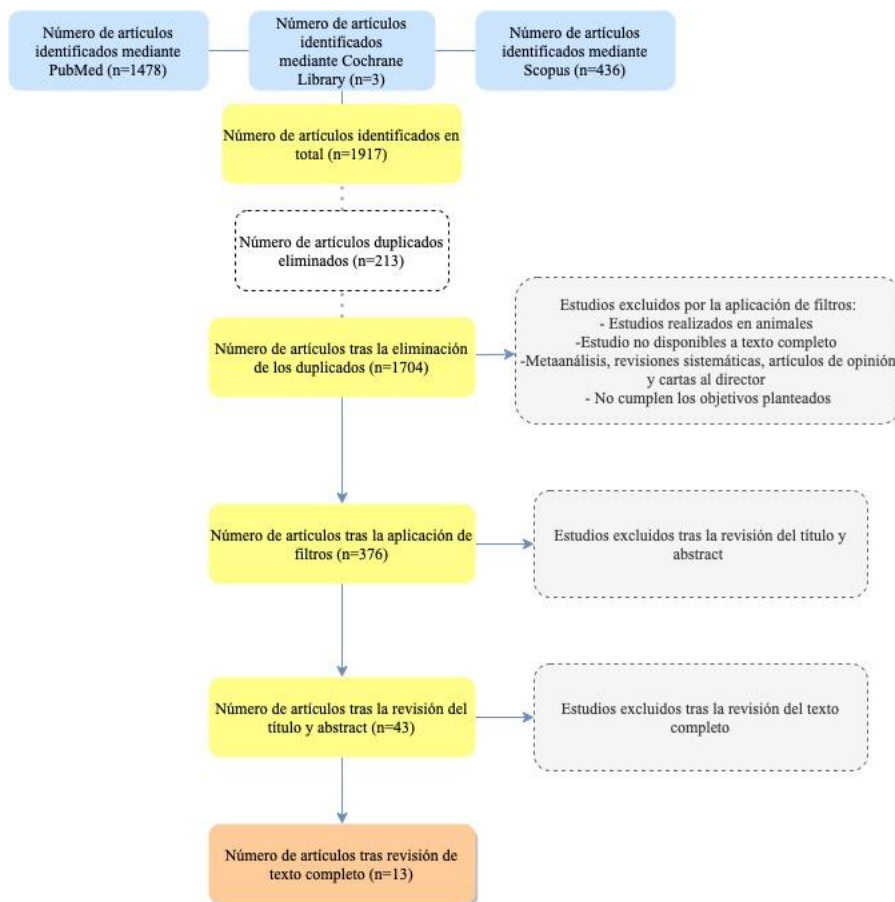


Figura 2. Diagrama de flujo en el que se representa la estrategia de búsqueda empleada, el cribado y la selección de artículos.

7.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS Y RESULTADOS

Tras la selección de los 13 estudios se procedió a una lectura crítica de cada uno de ellos. De los 13 estudios incluidos en la revisión sistemática, 10 son estudios transversales y 3 son estudios analíticos observacionales de casos y controles.

En el **ANEXO 6** se muestra la tabla donde queda recogida la información las principales características de los estudios obtenida tras una lectura crítica.

7.3 SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS

En la actual revisión sistemática se han incluido un total de 13 artículos. Los artículos estudiados se realizaron entre el año 2005 y el 2022. De los escogidos, 10 fueron realizados en Estados Unidos^{26,35,38-45}, 2 en Noruega^{46,47} y 1 en Tailandia⁴⁸.

La obtención de resultados en los estudios se consiguió mayoritariamente mediante la utilización de cuestionarios obteniendo información sobre antecedentes menstruales, deportivos y alimenticios^{26,35,38-48}, y con la medición de la DMO utilizando DXA^{26,35,38-42,45,47,48}.

El recuento total de las participantes teniendo en cuenta todos los estudios ha sido de 6523 mujeres. En concreto, 4939 de las participantes fueron atletas y 1584 no atletas.

El tamaño muestral de los estudios ha variado de 40 participantes⁴⁰ a 1838 participantes⁴³. En todos los estudios, la muestra de deportistas ha sido mayor a la de no deportistas.

Cabe destacar que sólo tres de los estudios analizados disponía de un grupo control^{40,42,47}, dos de ellos^{40,47} disponiendo de una semejanza en cuanto al número de deportistas y controles, en cambio, en el otro artículo⁴² había muchas más deportistas que controles. Otro aspecto que señalar es la pérdida de participantes en dos estudios realizados por Torstveit, M et al^{46,47}, un estudio⁴⁶ llegó a ser completado por el 88,3% de las atletas y el 70,2% de los controles, mientras que el otro⁴⁷ fue completado por el 62% de las deportistas y el 48% de los controles.

En rango de edad de las participantes en el estudio ha variado de 13 a 65 años. La mayoría de los artículos presentan una diferencia pequeña-moderada de rangos de edad de 1,3³⁸ a 11⁴⁵, en cambio, otros artículos han presentado una diferencia grande de 47⁴⁰ años. Hay que destacar la existencia de un artículo⁴⁸ donde no se ofrece dicho parámetro.

En cuanto a las características de las participantes escogidas para los estudios, en todos se excluyeron las participantes embarazadas, que tuvieran patologías de base o que tomaran fármacos que pudieran alterar los resultados.

La obtención de los datos en todos los estudios se obtuvo a través de cuestionarios dirigidos a las participantes. Preguntas presentes en todos han sido sobre la edad, la menstruación y el deporte practicado.

La variabilidad del estado menstrual se ha visto reflejado en la recogida de datos, pues en todos los estudios han utilizado la misma forma de clasificación. Algunos estudios^{26,39,41-43,45} han clasificado el estado menstrual como amenorrea, oligomenorrea o eumenorrea. En cambio, otros estudios^{35,38,44,47} han aumentado la clasificación subdividiendo la

amenorrea en primaria o secundaria. Por otra parte, el estudio realizado por Johnston, T et al⁴⁰ no ha clasificado a las participantes teniendo en cuenta su estado menstrual. La medición de la DMO fue obtenida mediante DXA en todos los estudios a excepción de dos^{44,46} que no la presentaron. Las zonas de obtención de la DMO variaron: en tres estudios^{26,38,48} se utilizó la columna lumbar y el cuello femoral; en un estudio⁴³ se midió la columna lumbar, el cuello femoral, la diáfisis del fémur y el fémur total; en cuatro de los estudios^{39,42,43,45} utilizaron la columna lumbar y la cadera total; en dos estudios^{35,45} se empleó la medición de la columna vertebral, la cadera total, el cuello femoral; y, por último, en un estudio⁴⁰ se utilizó la medición de únicamente la cadera izquierda y la columna lumbar.

Hay que destacar que en ciertos estudios también se hizo una extracción sanguínea para la obtención de diferentes parámetros. En el estudio de Punpilai, S et al⁴⁸ se obtuvo sangre para el estudio hormonal, concretamente de la FSH, LH, prolactina, estradiol y progesterona. Por otra parte, en dos estudios^{42,45}, la obtención de sangre fue únicamente para el estudio del 25(OH) de vitamina D. El estudio de Johnston, T et al⁴⁰ obtuvo más parámetros a estudiar realizando un hemograma completo, analizando los valores de 25(OH) de vitamina D, calcio, albúmina, hormona paratiroidea, estradiol, testosterona, fosfatasa alcalina específica del hueso y N-telopéptido. En el estudio De Souza, M et al³⁹ además de muestras sanguíneas también se obtuvieron de orina estudiando los siguientes marcadores: LH, E1G, PdG, TT3, leptina, grelina propéptido carboxiterminal del procolágeno tipo I (PINP), osteocalcina, y telopéptido C-terminal (U-CTX-I).

Respecto al objetivo de los estudios, se han determinado diversos, aunque relacionados entre sí. En algunos estudios^{26,44,45,48}, el objetivo principal ha sido la búsqueda de la relación entre el estado menstrual y la salud ósea. En otros^{38-43,47}, el fin del estudio se ha centrado en la investigación de relación de las conductas de salud, la menstruación y la alimentación con la DMO. Hubo dos estudios^{35,46} en los que el objetivo principal no fue buscar una relación entre la función menstrual y la DMO, pero que indirectamente llegaron a su análisis. Uno de ellos³⁵, se centró en la investigación de la especialización deportiva y la DMO, mientras que el otro⁴⁶, se encargó de indagar sobre la prevalencia de la disfunción menstrual.

A continuación, se procede a describir los resultados de cada estudio:

- **Mallinson, R et al²⁶; 2016**

Los resultados obtenidos expusieron que la acumulación de **trastornos del ciclo menstrual** entre la menarquia y la edad adulta joven aumenta las probabilidades de presentar un **menor tamaño del cuello femoral** en comparación con ciclos menstruales regulares, a pesar de participar en actividad física regular. Las mujeres con irregularidades menstruales pasadas y/o actuales tenían de 4 a 8 veces mayores probabilidades de tener un cuello femoral bajo en comparación con las mujeres con ciclos menstruales regulares.

También se encontró que la irregularidad menstrual puede perjudicar a la **DMO** y a la **geometría ósea**.

Concluyó que múltiples episodios de oligo/amenorrea desde la menarquia hasta la edad adulta joven puede indicar la presencia de **huesos con un tamaño menor** que el que puede alcanzarse con los ciclos menstruales regulares.

- **Fleischer, S et al⁴¹; 2022**

En los resultados obtenidos **no** hubo **diferencias** significativas en las puntuaciones **DMO** entre las edades de **inicio** de la **menarquia**. Sin embargo, **ciclos menstruales más frecuentes** (>9/año) se asociaron con puntuaciones Z de **DMO más altas**.

Las participantes del estudio que siguieron una **dieta muy baja en calorías** tuvieron una **DMO** espinal significativamente **menor** que los que utilizaron otros métodos de pérdida de peso o ningún método de pérdida de peso.

También se asoció que el uso de **anticonceptivos orales** durante más de seis meses a lo largo de la vida tendía a una **menor DMO**.

- **Ackherman, K et al⁴⁵; 2015**

En el estudio se observó que una mayor proporción de atletas jóvenes con **oligoamenorrea** tuvo **fracturas** en comparación con las atletas con eumenorrea y no atletas, y se debió principalmente a una mayor prevalencia de fracturas por estrés en las oligoamenorreicas.

Los resultados sobre las **DMO** y su relación con las fracturas no fueron concluyentes, pero se pudo observar que las atletas que realizaban deportes en los que existía una **carga**

de peso tenían una mayor DMO, aunque existiría el riesgo de fractura por estrés en las mujeres con disfunción menstrual.

- **Gibbs, J et al⁴³; 2014**

Los resultados obtenidos mostraron que la **oligo/amenorrea actual** y la **menarquia tardía** son factores de riesgo para la salud ósea.

Las combinaciones de **disfunción menstrual** y un **IMC bajo** se asociaron con un mayor riesgo de una **DMO baja** en mujeres que hacían ejercicio en comparación con aquellas con una función menstrual normal y un IMC bajo. La combinación de IMC bajo y menarquia tardía representó el indicador más sólido de riesgo de DMO baja teniendo hasta siete veces más probabilidades de demostrar una DMO baja en comparación con aquellas con edad normal de menarquia y menarquia normal.

Con todo esto, se observó un efecto acumulativo del IMC bajo junto con la menarquia tardía, participación en actividades/deportes delgados, dieta restrictiva, y/o oligo/amenorrea actual para el riesgo de una DMO baja.

La **restricción dietética elevada** no se asoció con una DMO baja como factor de riesgo individual pero sí que lo fue al **combinarse** con otros factores de riesgo.

- **Cheng, J et al⁴⁴;2021**

La prevalencia de atletas con **menstruaciones irregulares previas** fue del 47% (44,4%-50,5%). El uso de hormonas anticonceptivas fue mayor en atletas con alteraciones menstruales anteriores, comparado con aquellos sin alteraciones menstruales anteriores. Además, las atletas con alteraciones menstruales anterior tenían más probabilidades de usar anticonceptivos para regular la consistencia de sus ciclos menstruales.

Respecto a las **fracturas por estrés**, no parecían estar asociadas con el tipo de hormonas contenidas en las pastillas anticonceptivas. Sin embargo, el uso de **anticonceptivos inyectables** y los **estadios previos de irregularidades menstruales** se asociaron con mayores probabilidades de **fracturas por esfuerzo**, al igual que la participación en **deportes magros/estéticos**.

- **Rudolph, S et al⁴²; 2021**

Se vio que el 50% de los sujetos con ≥ 3 **BSI** relataron una historia de **amenorrea primaria y/o secundaria**, en comparación con el 19% de las mujeres con ≤ 1 BSI. Relacionado también con la amenorrea, se vio también una mayor presencia de esta en las mujeres que presentaban **lesiones por estrés óseo**, y eran también las que más **horas totales de ejercicio** en la escuela habían realizado.

Se vio que la participación en deportes con carga multiaxial y el mantenimiento de un estado menstrual normal durante la adolescencia y la edad adulta temprana podrían reducir el riesgo de lesiones múltiples por estrés óseo.

- **Johnston, T et al⁴⁰; 2020**

Los resultados mostraron que las mujeres con antecedentes de **fractura de estrés** tenían una menor **DMO** en comparación con las mujeres sin antecedentes de fractura de estrés y que las mujeres con antecedentes de fractura de estrés tenían **alteraciones en sus ciclos menstruales** típicos durante períodos de **entrenamiento más intensos**.

- **Rauh, J. et al³⁵; 2020**

El estudio mostró que las corredoras de distancia clasificadas como altamente **especializadas** tenían 5 veces más probabilidades de tener una **DMO** baja. En cuanto a las deportistas moderadamente especializadas, se mostró 3 veces mayor probabilidad de tener una DMO respecto a las deportistas de baja especialización.

Los resultados también mostraron una asociación significativa entre la **disfunción menstrual** y la **DMO baja**; sin embargo, esta asociación dejó de ser estadísticamente significativa cuando se tuvo en cuenta el estado de especialización deportiva.

- **De Souza, J et al³⁹; 2008**

El estudio mostró que cuando el **estado energético** era adecuado, no se producían alteraciones óseas, independientemente del estado de los estrógenos. La **deficiencia de estrógenos** en presencia de una **deficiencia energética** se asoció con la **pérdida ósea** e implicó la supresión de la formación ósea y el aumento de la resorción.

En las **amenorreicas** hubo una propensión a un mayor impulso por la delgadez y la restricción cognitiva dietética.

- **Torstveit, M et al⁴⁷; 2005**

Los resultados obtenidos mostraron que las **atletas** tenían entre un 3-22% **mayor DMO** que los controles no atléticos. También vieron que las **atletas de deportes de alto impacto** mostraban un 3-22% **mayor DMO** en comparación con los atletas de medio y bajo impacto, incluso las atletas con **desregulaciones menstruales de deporte de alto impacto** mostraron una DMO más alta que las de medio y bajo impacto.

Por otra parte, se vio que las atletas con **trastorno de la alimentación** tenían entre un 3-5% **menos DMO** de la columna lumbar en comparación con las atletas sin trastornos alimentarios.

- **Torstveit, M et al⁴⁶; 2005**

En análisis de los datos nos ofreció que la edad de la **menarquia** fue más **tardía** en las **atletas** (7 %) que controles (2 %). Además, también se observó que la prevalencia de la amenorrea primaria fue más alta entre las atletas que competían en deportes estéticos (21,9 %), deportes de resistencia (10,6 %) y deportes de potencia (10,0 %).

En cuanto a los controles que presentaban **alteraciones menstruales**, la **actividad física no contribuyó** significativamente ($p = 0,08$) a explicar tal disfunción

Otro dato que destacar fue el mayor porcentaje observado de **alteraciones menstruales** en atletas de **deportes de delgadez** que en los controles. En cambio, se observaron mayores alteraciones menstruales en los controles que en las deportistas que competían en deportes que no son considerados de delgadez. Concluimos por tanto que competir en deportes que se centran en la delgadez y/o un peso específico aumenta el riesgo de disfunción menstrual.

- **Nichols, J et al³⁸; 2007**

Los resultados obtenidos en el estudio mostraron que los valores de **DMO** de los atletas que participaron en **deportes de alto impacto** fueron consistentemente **mayores** que los de atletas que participan en deportes repetitivos/de bajo impacto.

Por otro lado, los valores de **DMO** fueron consistentemente **más bajos** en atletas **oligo/amenorreicas** que en atletas eumenorreicas en todos los sitios óseos medidos. La DMO de atletas oligo/amenorreicas fue un 4 % más baja en la columna lumbar y un 4-6% más baja en los sitios de la cadera en comparación con las atletas eumenorreicas.

Las puntuaciones Z de la columna vertebral indicaron que la carga de alto impacto podría compensar un poco la disfunción menstrual, ya que las atletas oligo/amenorreicas en deportes de alto impacto tenían aproximadamente un 10 % más de masa ósea en la columna que las atletas repetitivas/sin impacto con disfunción menstrual.

- **Punpilai, S et al⁴⁸. 2005**

Los hallazgos de este estudio sugieren que la **disfunción menstrual** en las **atletas** femeninas está asociada con la **baja DMO** de la columna lumbar.

Se observó relación entre la **historia menstrual** (edad retrasada en la menarquia y disfunción menstrual durante los primeros 2 años de menarquia) y la **disfunción menstrual actual** de los atletas, pero no una relación entre la disfunción menstrual y el porcentaje de grasa corporal.

Se concluyó que la evaluación de la historia menstrual y del porcentaje de grasa corporal podría utilizarse como herramienta de cribado para detectar anomalías menstruales.

8 DISCUSIÓN

Los resultados procedentes de los estudios de la presente revisión sistemática sugieren la relación de las principales entidades estudiadas: el estado menstrual, el deporte y la calidad ósea.

Centrándonos en el objetivo principal de determinar si existe una relación entre el estado menstrual y la calidad ósea en las mujeres deportistas, dentro de los estudios que evaluaron tal asociación, los estudios **Mallinson, R et al²⁶**, **Fleischer, S et al⁴¹**, **Gibbs, J et al⁴³**, **Rudolph, S et al⁴²**, **Nichols, J et al³⁸**, **Johnston, T et al⁴⁰** y **Punpilai, S et al⁴⁸** mostraron que alteraciones en el ciclo menstrual (amenorrea u oligomenorrea) se asociaban con una baja DMO, estableciendo una asociación entre el estado menstrual y la calidad ósea en las deportistas. El estudio de **Rauh, J. et al³⁵**, también mostró tal relación, pero al tener en cuenta la especialización deportiva los resultados no fueron

significativos. Respecto a esto último, vemos que el estudio presenta un pequeño tamaño muestral (n=64), sin grupo control, y con un rango de edad muy restringido (15.6 +- 1.4 años) por lo que, aunque con la especialización deportiva el resultado no fuese significativo no podemos obtener conclusiones certeras que nos permitan generalizar los resultados.

En el estudio **Mallinson, R et al**²⁶ se observó que, además de una menor DMO, los trastornos menstruales asociaban un menor tamaño femoral y una alteración en la geometría ósea, mostrando así mayor relación entre el estado menstrual y la calidad ósea.

Ackherman, K et al⁴⁵ mostró en su estudio que las atletas oligomenorreicas presentaban más fracturas en comparación con las atletas eumenorreicas. Aunque en este estudio no hablemos de DMO, la fractura también la podríamos considerar como factor asociado a una mala calidad ósea, por lo que también nos apoyaría en nuestra hipótesis.

Por lo tanto, todos los estudios que analizaron la calidad ósea y el estado menstrual demostraron una relación entre ambos factores, concluyendo que las alteraciones en el ciclo menstrual en mujeres deportistas asocian una menor DMO, y siendo este el parámetro definitorio de salud esquelética demostraría una menor calidad ósea.

Entrando en los objetivos secundarios, planteamos concretar la relación de la dieta con la DMO. Los estudios **Fleischer, S et al**⁴¹ y **Torstveit, M et al**⁴⁷, concluyeron que atletas con dietas hipocalóricas presentaban una DMO menor. **De Souza, J et al**³⁹ mostró que un bajo estado energético (consecuencia de la dieta, entre otros) bajo podría producir alteraciones en la formación y resorción ósea, independientemente del estado de los estrógenos, mostrando una relación entre la dieta, el bajo estado energético, el estado menstrual y el estado óseo. **Gibbs, J et al**⁴³, presento la dieta hipocalórica como factor del riesgo al combinarse con otros factores de riesgo conocidos.

Como vemos, todos los estudios analizados muestran que las dietas hipocalóricas son factor de riesgo para una baja DMO, aunque **De Souza, J et al**³⁹ y **Gibbs, J et al**⁴³ encontraron tal asociación relacionando otras variables de riesgo. **Fleischer, S et al**⁴¹ y **Torstveit, M et al**⁴⁷ no tuvieron en cuenta otras posibles variables que afectaran a los resultados, por lo que, aunque en todos los casos vemos que existe una relación entre ambos factores, será necesario la realización de más estudios para poder determinar si realmente es un factor de riesgo individual.

Continuando con nuestros objetivos y en lo que se refiere al tipo de deporte, **Ackherman, K et al⁴⁵**, **Torstveit, M et al⁴⁷** y **Nichols, J et al³⁸** determinaron que las atletas de deportes de carga y de alto impacto tenían una DMO mayor. **Nichols, J et al³⁸**, además, obtuvo que los deportes de impacto podrían compensar la baja DMO producida por las disfunciones menstruales. **Cheng, J et al⁴⁴** relacionó los deportes sin carga de peso (por ejemplo, nadadores, corredores...) con fractura de estrés, lo que también apoyaría a que los deportes de impacto serían un factor beneficioso en la calidad ósea.

Por lo tanto, con los resultados similares obtenidos en todos los estudios que analizaban tales parámetros podríamos determinar que los deportes de carga y alto impacto serían considerados factor protector en la DMO.

Respecto a las fracturas de estrés, los estudios **Rudolph, S et al⁴²**, **Johnston, T et al⁴⁰** y **Rauh, J. et al³⁵** observaron una relación entre las horas de ejercicio realizadas y la mayor prevalencia de fracturas de estrés. Aunque también es cierto, observaron relación de este tipo de fractura con otros factores **Ackherman, K et al⁴⁵**, **Cheng, J et al⁴⁴**, **Rudolph, S et al⁴²** y **Johnston, T et al⁴⁰** relacionaron este tipo de fracturas con las alteraciones menstruales, además los dos últimos estudios mencionados también encontraron una relación con la baja DMO. Como anteriormente hemos comentado, existe una relación entre el estado menstrual y la calidad ósea, por lo tanto, es lógico pensar que, si existe una alteración menstrual, podrá asociar un baja DMO y ambos factores relacionados entre sí podrían propiciar un ambiente favorable para la fractura de estrés.

En consecuencia, centrándonos en nuestro objetivo de conocer si a mayores horas de ejercicio existe un mayor riesgo de lesión por estrés, encontramos una relación entre ambas variables, aunque no podemos determinar que la fractura de estrés sea una consecuencia directa de las horas de ejercicio realizadas. Los estudios analizados nos muestran que existen otros aspectos que podrían producir esta lesión. Con los resultados obtenidos podríamos decir que, aunque hay más factores asociados, a mayores horas de ejercicio existe mayor posibilidad de padecer una fractura de estrés.

En cuanto al objetivo de obtener información sobre la posible relación entre la fractura de estrés y el estado menstrual, vemos que todos los estudios muestran una relación entre ambos factores. Por lo tanto, podemos ver que las alteraciones en el estado menstrual se considerarían un factor de riesgo para la fractura de estrés.

En cuanto al último objetivo de determinar si los anticonceptivos pudieran influenciar sobre la calidad ósea, los estudios **Fleischer, S et al**⁴¹ y **Cheng, J et al**⁴⁴ mostraron una asociación entre el uso de anticonceptivos y una DMO baja. Referente a este resultado, **Cheng, J et al**⁴⁴ mostró que un alto porcentaje de las mujeres que tomaban anticonceptivos lo hacían debido a que sufrían alteraciones menstruales con el fin de intentar remediar este problema, por lo tanto, podrían ser las alteraciones menstruales lo que estuviese afectando a la DMO y no tanto los anticonceptivos.

Aunque el estudio **Fleischer, S et al**⁴¹ muestre una relación directa entre ambas variables, pensamos que existen limitaciones que pueden afectar al resultado. Este estudio presenta un rango de edad de las participantes muy estrecho (mujeres entre 21 y 26 años) y, además, no incluyó todos los factores asociados a la DMO, pudiendo influenciar sobre el resultado.

Los resultados obtenidos en cuanto a esta última relación no son claros. Sería necesario analizar más estudios para poder encontrar una relación más clara a tal asociación.

8.1 LIMITACIONES

Respecto a las limitaciones de esta revisión sistemática hay que destacar que está compuesta por estudios de casos y controles y transversales, por lo que los resultados obtenidos no tienen tanta evidencia como se podría obtener con estudios de cohortes o con ensayos clínicos. En los estudios transversales existe dificultad para interpretar las asociaciones e imposibilidad de predecir si existe causalidad entre las asociaciones, por lo que no se pueden garantizar pronósticos fiables. Los estudios de casos y controles tampoco nos proporcionan una secuencia de eventos de interés, dando problemas en la recuperación precisa de los datos. Existe una limitación en la obtención de datos más cercanos a la realidad.

Otra de las limitaciones que podemos encontrar es que cuando hablamos de mujer deportista, abarcamos a un gran número de mujeres que realizan actividades muy distintas, ya sea por el tipo de actividad realizada como por el grado en el que se realiza. Tendremos desde atletas de élite hasta deportistas aficionadas, por lo que los resultados entre ambos grupos podrán ser muy diversos. En general, las atletas de élite llevarán un control mucho más estricto (alimentación, entrenamientos, control menstrual...), alejándose del control que pueda llevar una atleta amateur.

Por otro lado, tenemos que destacar que la mayoría de los estudios excluyen a embarazadas o el uso de medicamentos, dejando a una parte de la población fuera del estudio. Algunos estudios sólo incluyeron a atletas adolescentes^{35,38} o atletas de un rango de edad reducido^{41,45}, por lo que la muestra no es del todo representativa.

9 CONCLUSIONES

En mujeres deportistas la aparición de múltiples episodios de amenorrea u oligomenorrea se asocia a una menor DMO.

Existe una relación entre el estado menstrual y las fracturas de estrés.

Los deportes de carga y alto impacto son factores protectores de la DMO.

No hay resultados concluyentes en cuanto al uso de anticonceptivos, y su relación con la calidad ósea.

No existe una relación clara entre factores del estilo de vida en la calidad ósea.

Como conclusión final, los resultados muestran la importancia de una ingesta nutricionalmente adecuada en las mujeres deportistas para evitar posibles alteraciones en el ciclo menstrual y evitar la desmineralización esquelética. En cualquier caso, la educación y la intervención adecuadas son imprescindibles para minimizar el riesgo de consecuencias esqueléticas y problemas de salud.

10 BIBLIOGRAFIA

1. García Ferrando M. Aspectos sociales del deporte: una reflexión sociológica. *Aspectos sociales del deporte Una reflexión sociológica*. Published online 1990:31.
2. García Avendaño P, Flores Esteves Z, Rodríguez Bermudez A, Brito Navarro P, Peña Oliveros R. Mujer y deporte. hacia la equidad e igualdad. *Revista Venezolana de Estudios de la Mujer*. 2008;13(30):063-076. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-37012008000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
3. Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital. Accessed February 11, 2023. <https://www.efdeportes.com/efd17/efcolom.htm>
4. Wood RI, Stanton SJ. Testosterone and sport: current perspectives. *Horm Behav*. 2012;61(1):147-155. doi:10.1016/J.YHBEH.2011.09.010
5. Fink JS. Female athletes, women's sport, and the sport media commercial complex: Have we really "come a long way, baby"? <https://doi.org/10.1016/j.smr.201405001>. 2014;18(3):331-342. doi:10.1016/J.SMR.2014.05.001
6. Los aparatos reproductores masculino y femenino - Berne y Levy. Fisiología - ClinicalKey Student. <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9788491132585000440#hl0000921>
7. Helm MM, McGinnis GR, Basu A. Impact of nutrition-based interventions on athletic performance during menstrual cycle phases: A review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(12). doi:10.3390/ijerph18126294
8. Koeppen BM, MD P. Berne y Levy. Fisiología. Elsevier España, S.L.U. Published 2018. <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9788491132585000440#hl0000635>
9. González Bosquet E. González-Merlo. Ginecología. Elsevier España, S.L.U. Published 2020. <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9788491133841000024#hl0000461>
10. Janse De Jonge XAK. *Effects of the Menstrual Cycle on Exercise Performance*. Vol 33.; 2003.
11. Linda S. Costanzo P. Fisiología. Séptima edición. Published 2018. Accessed February 12, 2023. <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9788413823812000155>
12. Sanders C, Sanders C, Dessens A, et al. Involving Individuals with Disorders of Sex Development and Their Parents in Exploring New Models

- of Shared Learning: Proceedings from a DSDnet COST Action Workshop. *Sex Dev.* 2018;12(5):225-231. doi:10.1159/000490081
13. Warren MP, Perloth NE. *The Effects of Intense Exercise on the Female Reproductive System.* Vol 170.; 2001. <http://www.endocrinology.org>
 14. Williams TJ, Krahenbuhl GS. Menstrual cycle phase and running economy. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(12):1609-1618. doi:10.1097/00005768-199712000-00010
 15. Mehta J, Thompson B, Kling JM. The female athlete triad: It takes a team. *Cleve Clin J Med.* 2018;85(4):313-320. doi:10.3949/ccjm.85a.16137
 16. Bouxsein ML. Bone quality: where do we go from here? *Osteoporos Int.* 2003;14 Suppl 5(5):118-127. doi:10.1007/S00198-003-1489-X/METRICS
 17. van der Meulen MCH, Jepsen KJ, Mikić B. Understanding bone strength: Size isn't everything. *Bone.* 2001;29(2):101-104. doi:10.1016/S8756-3282(01)00491-4
 18. Watts NB. Bone quality: getting closer to a definition. *J Bone Miner Res.* 2002;17(7):1148-1150. doi:10.1359/JBMR.2002.17.7.1148
 19. Hart NH, Newton RU, Tan J, et al. Biological basis of bone strength: anatomy, physiology and measurement. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2020;20(3):347-371. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32877972/>
 20. Manske SL, Lorincz CR, Zernicke RF. Bone health: part 2, physical activity. *Sports Health.* 2009;1(4):341-346. doi:10.1177/1941738109338823
 21. Nordin, M. and Frankel, V.H. (2012) Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System. 4th Edition, Chapter 2 Biomechanics of Bone. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer Business, Baltimore, 84-85. - References - Scientific Research Publishing. <https://www.scirp.org/%28S%28351jmbntvnsjt1aadkozje%29%29/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2911309>
 22. Hadjidakis DJ, Androulakis II. Bone remodeling. *Ann N Y Acad Sci.* 2006;1092:385-396. doi:10.1196/ANNALS.1365.035
 23. Hernandez CJ, Keaveny TM. A biomechanical perspective on bone quality. *Bone.* 2006;39(6):1173-1181. doi:10.1016/J.BONE.2006.06.001
 24. Alliston T. Biological regulation of bone quality. *Curr Osteoporos Rep.* 2014;12(3):366-375. doi:10.1007/S11914-014-0213-4/TABLES/2
 25. Raggatt LJ, Partridge NC. Cellular and molecular mechanisms of bone remodeling. *J Biol Chem.* 2010;285(33):25103-25108. doi:10.1074/JBC.R109.041087

26. Mallinson RJ, Williams NI, Gibbs JC, et al. Current and past menstrual status is an important determinant of femoral neck geometry in exercising women. *Bone*. 2016;88:101-112. doi:10.1016/j.bone.2016.01.030
27. Compston JE. Sex steroids and bone. *Physiol Rev*. 2001;81(1):419-447. doi:10.1152/PHYSREV.2001.81.1.419/ASSET/IMAGES/LARGE/9J0110125011.JPEG
28. de Souza MJ, West SL, Jamal SA, Hawker GA, Gundberg CM, Williams NI. The presence of both an energy deficiency and estrogen deficiency exacerbate alterations of bone metabolism in exercising women. *Bone*. 2008;43(1):140-148. doi:10.1016/J.BONE.2008.03.013
29. Ackerman KE, Slusarz K, Guereca G, et al. Higher ghrelin and lower leptin secretion are associated with lower LH secretion in young amenorrheic athletes compared with eumenorrheic athletes and controls. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2012;302(7). doi:10.1152/AJPENDO.00598.2011
30. Trombetti A, Richert L, Herrmann FR, Chevalley T, Graf JD, Rizzoli R. Selective determinants of low bone mineral mass in adult women with anorexia nervosa. *Int J Endocrinol*. 2013;2013. doi:10.1155/2013/897193
31. Misra M, Klibanski A. Endocrine consequences of anorexia nervosa. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2(7):581-592. doi:10.1016/S2213-8587(13)70180-3
32. Scheid JL, de Souza MJ. Menstrual Irregularities and Energy Deficiency in Physically Active Women: The Role of Ghrelin, PYY and Adipocytokines. *Med Sport Sci*. 2010;55:82-102. doi:10.1159/000321974
33. Rickenlund A, Carlström K, Ekblom B, Brismar TB, von Schoultz B, Hirschberg AL. Effects of oral contraceptives on body composition and physical performance in female athletes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(9):4364-4370. doi:10.1210/JC.2003-031334
34. Micklesfield LK, Hugo J, Johnson C, Noakes TD, Lambert E v. Factors associated with menstrual dysfunction and self-reported bone stress injuries in female runners in the ultra- and half-marathons of the Two Oceans. *Br J Sports Med*. 2007;41(10):679-683. doi:10.1136/BJSM.2007.037077
35. Rauh MJ, Tenforde AS, Barrack MT, Rosenthal MD, Nichols JF. Sport specialization and low bone mineral density in female high school distance runners. *J Athl Train*. 2020;55(12):1239-1246. doi:10.4085/1062-6050-0547.19
36. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol*. 2021;74(9):790-799. doi:10.1016/J.RECESP.2021.06.016
37. Wells G, Shea B, O'connell D, Peterson J, Welch V, Losos M et al. The Newcastle- Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Ottawa: Ottawa Hospital Research Institute.

Published 2011.
https://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp

38. Nichols JF, Rauh MJ, Barrack MT, Barkai HS. Bone mineral density in female high school athletes: interactions of menstrual function and type of mechanical loading. *Bone*. 2007;41(3):371-377. doi:10.1016/J.BONE.2007.05.003
39. De Souza MJ, West SL, Jamal SA, Hawker GA, Gundberg CM, Williams NI. The presence of both an energy deficiency and estrogen deficiency exacerbate alterations of bone metabolism in exercising women. *Bone*. 2008;43(1):140-148. doi:10.1016/J.BONE.2008.03.013
40. Johnston TE, Dempsey C, Gilman F, Tomlinson R, Jacketti AK, Close J. Physiological Factors of Female Runners With and Without Stress Fracture Histories: A Pilot Study. *Sports Health*. 2020;12(4):334-340. doi:10.1177/1941738120919331
41. Fleischer SH, Freire AK, Brown K, Creer A, Eggett DL, Fullmer S. Association of Short-Term Changes in Menstrual Frequency, Medication Use, Weight and Exercise on Bone Mineral Density in College-Aged Women. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(16). doi:10.3390/ijerph191610363
42. Rudolph SE, Caksa S, Gehman S, et al. Physical Activity, Menstrual History, and Bone Microarchitecture in Female Athletes with Multiple Bone Stress Injuries. *Med Sci Sports Exerc*. 2021;53(10):2182-2189. doi:10.1249/MSS.0000000000002676
43. Gibbs JC, Nattiv A, Barrack MT, et al. Low bone density risk is higher in exercising women with multiple triad risk factors. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(1):167-176. doi:10.1249/MSS.0b013e3182a03b8b
44. Cheng J, Santiago KA, Abutalib Z, et al. Menstrual Irregularity, Hormonal Contraceptive Use, and Bone Stress Injuries in Collegiate Female Athletes in the United States. *PM and R*. 2021;13(11):1207-1215. doi:10.1002/pmrj.12539
45. Ackerman KE, Sokoloff NC, De Nardo Maffazioli G, Clarke HM, Lee H, Misra M. Fractures in relation to menstrual status and bone parameters in young athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(8):1577-1586. doi:10.1249/MSS.0000000000000574
46. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: a national survey of 1276 elite athletes and controls. *Br J Sports Med*. 2005;39(3):141-147. doi:10.1136/BJSM.2003.011338
47. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite

athletes: a comprehensive controlled study. *Br J Sports Med.* 2005;39(5):282-287. doi:10.1136/BJSM.2004.012781

48. Punpilai S, Sujitra T, Ouyporn T, Teraporn V, Sombut B. Menstrual status and bone mineral density among female athletes. *Nurs Health Sci.* 2005;7(4):259-265. doi:10.1111/J.1442-2018.2005.00245.X

11 ANEXOS

ANEXO 1. Guía PRISMA 2020

Declaración PRISMA 2020. MetaArXiv preprint (September 2020)

Tabla 1. PRISMA 2020 ítem Checklist

Sección/tema	ítem #	Checklist ítem
TÍTULO		
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática,
RESUMEN		
Resumen	2	Consulte la lista de comprobación PRISMA 2020 para resúmenes (Tabla 2).
INTRODUCTION		
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto de los conocimientos existentes.
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o preguntas que la revisión desea contestar.
MÉTODOS		
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión para la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencia y otras fuentes buscadas o consultadas para identificar estudios. Especifique la fecha en la que se buscó o consultó por última vez cada fuente.
Estrategia de búsqueda	7	Presentar las estrategias de búsqueda completas para todas las bases de datos, registros y sitios web, incluidos los filtros y los límites utilizados.
Proceso de selección	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumplía los criterios para la inclusión de la revisión, incluidos cuántos revisores examinaron cada registro y cada informe recuperado, si trabajaron de forma independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.
Proceso de recopilación de datos	9	Especifique los métodos utilizados para recopilar los datos de los estudios, incluido el número de revisores que recopilaron datos de cada informe, si trabajaron de forma independiente, los procesos para obtener o confirmar datos de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.
Lista de datos	10a	Enumerar y definir todos los resultados para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados admitidos por cada dominio de resultados en cada estudio (por ejemplo, para todas las medidas, puntos de tiempo, análisis) y, si no, los métodos utilizados para decidir qué resultados recopilar.
	10b	Enumerar y definir todas las demás variables para las que se solicitaron datos (por ejemplo, características de participante e intervención, fuentes de financiación). Describa cualquier suposición hecha sobre cualquier información que falte o no esté clara.
Estudio y valoración del riesgo de sesgo	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios incluidos, incluidos los detalles de las herramientas utilizadas, cuántos revisores evaluaron cada estudio y si trabajaron de forma independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.
Medidas de efecto	12	Especifique para cada resultado como se midió el efecto (por ejemplo, relación de riesgo, diferencia media) utilizadas en la síntesis o presentación de resultados.
Métodos de síntesis	13a	Describa los procesos utilizados para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis.
	13b	Describir los métodos necesarios para preparar los datos para la presentación o síntesis, como el manejo de las estadísticas de resumen que faltan o las conversiones de datos.
	13c	Describir cualquier método utilizado para tabular o mostrar visualmente los resultados de estudios individuales y síntesis.
	13d	Describir los métodos utilizados para sintetizar resultados y proporcionar justificación para las opciones. Si se realizó un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística y los paquetes de software utilizados.
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de la heterogeneidad entre los resultados del estudio
	13f	Describir los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la fuerza de los resultados sintetizados.
Sección y tema		
Informar de la evaluación del sesgo	14	Describir cualquier método utilizado para evaluar el riesgo de sesgo debido a la falta de resultados en una síntesis (derivada de sesgos de notificación).
Evaluación de la certeza	15	Describir cualquier método utilizado para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de evidencia para un resultado.
RESULTADOS		
Selección de los estudios	16a	Describir los resultados del proceso de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (consulte la figura 1).
	16b	Citar estudios que cumplieran muchos criterios de inclusión, pero no todos ('casi perdidos') y explicar por qué fueron excluidos.
Características del estudio	17	Citar cada estudio incluido y muestre sus características.
Riesgo de sesgo en los estudios	18	Evaluación actual del riesgo de sesgo para cada estudio que se incluyó en la revisión.
Resultados de estudios individuales	19	Para los resultados de cada estudio: a) estadísticas resumidas para cada grupo (cuando proceda) y b) una estimación de efectos y su precisión (por ejemplo, confianza/intervalo creíble), idealmente utilizando tablas o gráficas estructuradas.
Resultados de la síntesis	20a	Para cada combinación o síntesis, resume brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios.
	20b	Presentar los resultados de todas las combinaciones o síntesis estadísticas realizadas. Si se realizó un metanálisis, presente para cada estimación de resumen y su precisión (por ejemplo, confianza/intervalo creíble) y medidas estadísticas de heterogeneidad. Si compara grupos, describa la dirección del efecto.
	20c	Presentar resultados de toda la investigación de posibles causas de heterogeneidad entre los resultados del estudio.
	20d	Presentar los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la solidez de los resultados combinados.
Reportar sesgos	21	Evaluaciones actualizadas de los riesgos de sesgo debido a la falta de resultados (derivados de sesgos de notificación) para cada combinación evaluada.
Certeza de la evidencia	22	Proporcione evaluaciones de certeza (o confianza) en el cuerpo de prueba de cada resultado evaluado.
DISCUSSION		
Discusión	23a	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras pruebas.
	23b	Discuta cualquier limitación de la evidencia incluida en el examen.
	23c	Discutir las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.

	23d	Discutir las implicaciones de los resultados para la práctica, la política y la investigación futura.
OTHER INFORMATION		
Registro y protocolo	24a	Proporcione información del registro de la revisión, incluido el nombre del registro y el número de registro, o indique que la revisión no se registró.
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo de revisión o indique que no se ha preparado un protocolo.
	24c	Describir y explicar cualquier cambio en la información proporcionada en el registro o protocolo.
Apoyo	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para su revisión, y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.
Conflicto de intereses competitivos	26	Declarar cualquier conflicto de interés de los autores de las revisiones.
Disponibilidad de datos, código y otros materiales	27	Informe cuáles de las siguientes opciones están disponibles públicamente y dónde se pueden encontrar: formularios de recopilación de datos de plantilla; datos extraídos de estudios incluidos; datos utilizados para todos los análisis; código analítico; cualquier otro material utilizado en la revisión.

ANEXO 2. Escala de *Newcastle Ottawa* (NOS)

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE CASE CONTROL STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

- 1) Is the case definition adequate?
 - a) yes, with independent validation *
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
 - a) consecutive or obviously representative series of cases *
 - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
 - a) community controls *
 - b) hospital controls
 - c) no description
- 4) Definition of Controls
 - a) no history of disease (endpoint) *
 - b) no description of source

Comparability

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (Select the most important factor.) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Exposure

- 1) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview where blind to case/control status *
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
 - a) yes *
 - b) no
- 3) Non-Response rate
 - a) same rate for both groups *
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

Appendix A

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE

(adapted for cross sectional studies)

Selection: (Maximum 5 scores)

- 1) Representativeness of the cases:
 - a) Truly representative of the HCC patients (consecutive or random sampling of cases). 1 score
 - b) Somewhat representative of the average in the HCC patients (non-random sampling). 1 score
 - c) Selected demographic group of users. 0 score
 - d) No description of the sampling strategy. 0 score

- 2) Sample size:
 - a) Justified and satisfactory (≥ 400 HCC included). 1 score
 - b) Not justified (<400 HCC patients included). 0 score

- 3) Non-Response rate
 - a) The response rate is satisfactory ($\geq 95\%$). 1 Score
 - b) The response rate is unsatisfactory ($<95\%$), or no description. 0 Score

- 4) Ascertainment of the screening/surveillance tool:
 - a) Validated screening/surveillance tool. 2 scores
 - b) Non-validated screening/surveillance tool, but the tool is available or described. 1 score
 - c) No description of the measurement tool. 0 score

Comparability: (Maximum 1 stars)

- 1) The potential confounders were investigated by subgroup analysis or multivariable analysis.
 - a) The study investigates potential confounders. 1 score
 - b) The study does not investigate potential confounders. 0 score

Outcome: (Maximum 3 stars)

- 1) Assessment of the outcome:
 - a) Independent blind assessment. 2 scores
 - b) Record linkage. 2 scores
 - c) Self report. 1 score

 - d) No description. 0 score

- 2) Statistical test:
 - a) The statistical test used to analyze the data is clearly described and appropriate. 1 score
 - b) The statistical test is not appropriate, not described or incomplete. 0 score

ANEXO 3. Análisis de sesgos de los estudios incluidos en la revisión

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Current and past menstrual status is an important determinant of femoral neck geometry in exercising women.

SELECCIÓN

1. Representatividad de la muestra
 - a. Muy representativa (*)
 - b. Ligeramente representativa (*)**
 - c. Grupos diana
 - d. No descrito
2. Tamaño de la muestra
 - a. Justificada y satisfactoria (*)**
 - b. No justificada
3. No respondedores
 - a. N° satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. N° de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. Herramienta de medida validada (**)
 - b. Herramienta no validada pero descrita (*)**
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. Registro de asociación (**)**
 - c. Autoevaluación (*)
 - d. No descrito

7. Test estadístico
 - a. Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudio de casos y controles

ARTÍCULO: Association of Short-Term Changes in Menstrual Frequency, Medication Use, Weight, and Exercise on Bone Mineral Density in College-Aged Women

SELECCIÓN

1. Definición de los casos
 - a. Sí, con validación independiente (*)**
 - b. Sí, por ejemplo, vinculación de registros o autoinformes
 - c. No descrito
2. Representatividad de los casos

- a. **Sí, serie de casos consecutivos o obviamente representativos (*)**
- b. Posibilidad de sesgo de selección o no declarado
- 3. Selección de los controles
 - a. **Controles comunitarios (*)**
 - b. Controles hospitalarios
 - c. No descrito
- 4. Definición de los controles
 - a. No hay historia de enfermedad (*)
 - b. **No hay mención de la historia de la enfermedad, no hay descripción de la fuente**

COMPARABILIDAD

- 5. Los sujetos en grupos distintos son comparables
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. **Se controla para otras covariables (*)**

EXPOSICIÓN

- 6. Determinación de la exposición
 - a. Registro seguro (*)
 - b. Entrevista estructurada donde se ciega el estado caso control (*)
 - c. **Autoinforme escrito o registro medico solamente**
 - d. Sin descripción
- 7. Mismo método de verificación de casos y controles
 - a. **Sí (*)**
 - b. No
- 8. Tasa de no respuesta
 - a. La misma para ambos grupos (*)
 - b. No se describe encuestados
 - c. **Tasa de pérdidas >%, sin descripción de estas pérdidas**
 - d. Tasa diferente y sin designación

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Fractures in Relation to Menstrual Status and Bone Parameters in Young Athletes

SELECCIÓN

- 1. Representatividad de la muestra
 - a. Muy representativa (*)
 - b. **Ligeramente representativa (*)**
 - c. Grupos diana
 - d. No descrito
- 2. Tamaño de la muestra
 - a. **Justificada y satisfactoria (*)**
 - b. No justificada
- 3. No respondedores
 - a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. Nº de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
- 4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. Herramienta de medida validada (**)
 - b. **Herramienta no validada pero descrita (*)**
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. **Registro de asociación (**)**
 - c. Autoevaluación (*)
 - d. No descrito

7. Test estadístico
 - a. **Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudio de casos y controles

ARTÍCULO: Low Bone Density Risk Is Higher in Exercising Women with Multiple Triad Risk Factors

SELECCIÓN

1. Definición de los casos
 - a. Sí, con validación independiente (*)
 - b. **Sí, por ejemplo, vinculación de registros o autoinformes**
 - c. No descrito
2. Representatividad de los casos
 - a. **Sí, serie de casos consecutivos o obviamente representativos (*)**
 - b. Posibilidad de sesgo de selección o no declarado

3. Selección de los controles
 - a. **Controles comunitarios (*)**
 - b. Controles hospitalarios
 - c. No descrito

4. Definición de los controles
 - a. **No hay historia de enfermedad (*)**
 - b. No hay mención de la historia de la enfermedad, no hay descripción de la fuente

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. **Se controla para otras covariables (*)**

EXPOSICIÓN

6. Determinación de la exposición
 - a. **Registro seguro (*)**
 - b. Entrevista estructurada donde se ciega el estado caso control (*)
 - c. Autoinforme escrito o registro medico solamente
 - d. Sin descripción
7. Mismo método de verificación de casos y controles
 - a. **Sí (*)**
 - b. No

8. Tasa de no respuesta
 - a. **La misma para ambos grupos (*)**
 - b. No se describe encuestados
 - c. Tasa de pérdidas >%, sin descripción de estas pérdidas
 - d. Tasa diferente y sin designación

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudio de casos y controles

ARTÍCULO: Menstrual status and bone mineral density among female athletes

SELECCIÓN

1. Definición de los casos
 - a. **Sí, con validación independiente (*)**
 - b. Sí, por ejemplo, vinculación de registros o autoinformes
 - c. No descrito
2. Representatividad de los casos
 - a. **Sí, serie de casos consecutivos o obviamente representativos (*)**
 - b. Posibilidad de sesgo de selección o no declarado
3. Selección de los controles
 - a. **Controles comunitarios (*)**
 - b. Controles hospitalarios
 - c. No descrito
4. Definición de los controles
 - a. No hay historia de enfermedad (*)
 - b. **No hay mención de la historia de la enfermedad, no hay descripción de la fuente**

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. **Se controla para otras covariables (*)**

EXPOSICIÓN

6. Determinación de la exposición
 - a. Registro seguro (*)
 - b. Entrevista estructurada donde se ciega el estado caso control (*)
 - c. **Autoinforme escrito o registro medico solamente**
 - d. Sin descripción
7. Mismo método de verificación de casos y controles
 - a. **Sí (*)**
 - b. No
8. Tasa de no respuesta
 - a. **La misma para ambos grupos (*)**
 - b. No se describe encuestados
 - c. Tasa de pérdidas >%, sin descripción de estas pérdidas
 - d. Tasa diferente y sin designación

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Menstrual Irregularity, Hormonal Contraceptive Use, and Bone Stress Injuries in Collegiate Female Athletes in the United States

SELECCIÓN

1. Representatividad de la muestra
 - a. **Muy representativa (*)**
 - b. Ligeramente representativa (*)
 - c. Grupos diana
 - d. No descrito
2. Tamaño de la muestra
 - c. **Justificada y satisfactoria (*)**
 - d. No justificada
3. No respondedores
 - a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. Nº de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. **Herramienta de medida validada (**)**
 - b. Herramienta no validada pero descrita (*)
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. Registro de asociación (**)
 - c. **Autoevaluación (*)**
 - d. No descrito
7. Test estadístico
 - a. **Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Physical Activity, Menstrual History, and Bone Microarchitecture in Female Athletes with Multiple Bone Stress Injuries

SELECCIÓN

1. Representatividad de la muestra
 - a. Muy representativa (*)
 - b. **Ligeramente representativa (*)**
 - c. Grupos diana
 - d. No descrito
2. Tamaño de la muestra
 - a. **Justificada y satisfactoria (*)**
 - b. No justificada
3. No respondedores
 - a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. Nº de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. Herramienta de medida validada (**)
 - b. **Herramienta no validada pero descrita (*)**

- c. No descrito

COMPARABILIDAD

- 5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

- 6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. **Registro de asociación (**)**
 - c. Autoevaluación (*)
 - d. No descrito

- 7. Test estadístico
 - a. **Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Physiological Factors of Female Runners with and Without Stress Fracture Histories: A Pilot Study

SELECCIÓN

- 1. Representatividad de la muestra
 - a. Muy representativa (*)
 - b. **Ligeramente representativa (*)**
 - c. Grupos diana
 - d. No descrito
- 2. Tamaño de la muestra
 - a. Justificada y satisfactoria (*)
 - b. **No justificada**
- 3. No respondedores
 - a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. Nº de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
- 4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. Herramienta de medida validada (**)
 - b. **Herramienta no validada pero descrita (*)**
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

- 5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

- 6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. **Registro de asociación (**)**
 - c. Autoevaluación (*)
 - d. No descrito
- 7. Test estadístico
 - a. **Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Sport Specialization and Low Bone Mineral Density in Female High School Distance Runners

SELECCIÓN

1. Representatividad de la muestra
 - a. Muy representativa (*)
 - b. Ligeramente representativa (*)
 - c. Grupos diana**
 - d. No descrito
2. Tamaño de la muestra
 - a. Justificada y satisfactoria (*)**
 - b. No justificada
3. No respondedores
 - a. N° satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. N° de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. Herramienta de medida validada (**)
 - b. Herramienta no validada pero descrita (*)**
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. Se controla para la covariable más importante (*)**
 - c. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. Registro de asociación (**)**
 - c. Autoevaluación (*)
 - d. No descrito
7. Test estadístico
 - a. Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: The presence of both an energy deficiency and estrogen deficiency exacerbate alterations of bone metabolism in exercising women.

SELECCIÓN

1. Representatividad de la muestra
 - a. Muy representativa (*)
 - b. Ligeramente representativa (*)
 - c. Grupos diana**
 - d. No descrito
2. Tamaño de la muestra
 - a. Justificada y satisfactoria (*)
 - b. No justificada**

3. No respondedores
 - a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. Nº de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. Herramienta de medida validada (**)
 - b. **Herramienta no validada pero descrita (*)**
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. **Registro de asociación (**)**
 - c. Autoevaluación (*)
 - d. No descrito
7. Test estadístico
 - a. **Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite athletes: a comprehensive controlled study.

SELECCIÓN

1. Representatividad de la muestra
 - a. **Muy representativa (*)**
 - b. Ligeramente representativa (*)
 - c. Grupos diana
 - d. No descrito
2. Tamaño de la muestra
 - a. **Justificada y satisfactoria (*)**
 - b. No justificada
3. No respondedores
 - a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. Nº de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. **Herramienta de medida validada (**)**
 - b. Herramienta no validada pero descrita (*)
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. **Registro de asociación (**)**

- c. Autoevaluación (*)
- d. No descrito
- 7. Test estadístico
- a. **Descrito y apropiado (*)**
- b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: a national survey of 1276 elite athletes and controls.

SELECCIÓN

- 1. Representatividad de la muestra
- a. **Muy representativa (*)**
- b. Ligeramente representativa (*)
- c. Grupos diana
- d. No descrito
- 2. Tamaño de la muestra
- a. **Justificada y satisfactoria (*)**
- b. No justificada
- 3. No respondedores
- a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
- b. Nº de respondedores no satisfactorio
- c. No hay descripción
- 4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
- a. Herramienta de medida validada (**)
- b. **Herramienta no validada pero descrita (*)**
- c. No descrito

COMPARABILIDAD

- 5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
- a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
- c. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

- 6. Evaluación del resultado
- a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
- b. **Registro de asociación (**)**
- c. Autoevaluación (*)
- d. No descrito
- 7. Test estadístico
- a. **Descrito y apropiado (*)**
- b. No descrito, inapropiado o incompleto

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios transversales

ARTÍCULO: Bone mineral density in female high school athletes: Interactions of menstrual function and type of mechanical loading

SELECCIÓN

- 1. Representatividad de la muestra
- a. Muy representativa (*)
- b. Ligeramente representativa (*)
- c. **Grupos diana**

- d. No descrito
- 2. Tamaño de la muestra
 - a. **Justificada y satisfactoria (*)**
 - b. No justificada
- 3. No respondedores
 - a. **Nº satisfactorio de respondedores (*)**
 - b. Nº de respondedores no satisfactorio
 - c. No hay descripción
- 4. Evaluación de la exposición (al factor de riesgo)
 - a. Herramienta de medida validada (**)
 - b. **Herramienta no validada pero descrita (*)**
 - c. No descrito

COMPARABILIDAD

- 5. Los sujetos en grupos distintos son comparables (control de covariables)
 - a. **Se controla para la covariable más importante (*)**
 - b. Se controla para otras covariables (*)

RESULTADO

- 6. Evaluación del resultado
 - a. Evaluación mediante ciego independiente (**)
 - b. **Registro de asociación (**)**
 - c. Autoevaluación (*)
 - d. No descrito
- 7. Test estadístico
 - a. **Descrito y apropiado (*)**
 - b. No descrito, inapropiado o incompleto

ANEXO 4. Resumen de la evaluación de calidad metodológica de estudios de casos y controles

Artículos	CASOS Y CONTROLES									
	Selección				Comparabilidad	Exposición			Score	Resumen
	1	2	3	4	1	1	2	3		
Fleischer, S et al. 2022	★	★	★		★★		★		6	Bajo riesgo
Gibbs, J et al. 2014		★	★	★	★★	★	★	★	8	Bajo riesgo
Punpilai, S et al. 2005	★	★	★		★★		★	★	7	Bajo riesgo

ANEXO 5. Resumen de la evaluación de calidad metodológica de estudios transversales

Artículos	TRANSVERSALES								
	Selección				Comparabilidad	Resultado		Score	Resumen
	1	2	3	4	1	1	2		
Mallinson, R et al. 2016	★	★	★	★	★	★★	★	8	Estudio bueno
Cheng, J et al. 2021	★	★	★	★★	★	★	★	8	Estudio bueno
Rudolph, S et al. 2021	★	★	★	★	★	★★	★	8	Estudio bueno
Johnston, T et al. 2020	★	★	★	★	★	★★	★	8	Estudio bueno
Rauh, J et al. 2020		★	★	★	★	★★	★	7	Estudio bueno
Torstveit, M. et al. 2005	★	★	★	★	★	★★	★	8	Estudio bueno
Nichols, J et al. 2007		★	★	★	★	★★	★	7	Estudio bueno
Torstveit, M et al. 2005	★	★	★	★	★	★★	★	8	Estudio bueno
De Souza, J et al. 2008			★	★	★	★★	★	6	Estudio satisfactorio

Ackherman, K et al. 2015	★	★	★	★	★	★★	★	8	Estudio bueno
-----------------------------	---	---	---	---	---	----	---	---	------------------

ANEXO 6. Principales características de los estudios

TÍTULO	AUTORES FECHA PAÍS	DISEÑO DE ESTUDIO Y OBJETIVO	PARTICIPANTES	MEDICIÓN DE LA INTERVENCIÓN	METODOLOGÍA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Current and past menstrual status is an important determinant of femoral neck geometry in exercising women.	Mallinson, R et al. 2016 Estados Unidos	Estudio transversal Objetivo: explorar la asociación entre el estado menstrual acumulativo y los índices de salud ósea en mujeres que hacen ejercicio.	N= 101 entre 18 y 35 años (2) buen estado de salud; (3) índice de masa corporal (IMC) entre 16 y 25 kg/m ² ; (4) participó en al menos dos horas por semana de ejercicio con propósito; (5) no fumador; (6) sin terapia hormonal durante los últimos seis meses; (7) no embarazada o lactando; (8) ningún uso de medicamentos que alteren el metabolismo o la salud del esqueleto.	Caracterización fenotípica de los participantes en base a procedimientos operativos estándar establecidos	<ul style="list-style-type: none"> Estado menstrual: Amenorreicas, oligomenorreicas o eumenorreicas Determinación diaria: E1G y PdG. Práctica deportiva: deporte de “bajo impacto”, “impacto moderado” y “alto impacto”. Peso corporal y la altura. Composición corporal y la DMO en la columna lumbar y el fémur mediante el DXA. 	<ul style="list-style-type: none"> Acumulación de trastornos del ciclo menstrual entre la menarquia y la edad adulta joven aumenta de 4-8 veces las probabilidades de presentar un menor tamaño del cuello femoral, a pesar de participar en actividad física regular. Episodios múltiples de amenorrea u oligomenorrea entre las mujeres que hacen ejercicio tiene el potencial de comprometer la DMO y la geometría ósea (la fuerza ósea). Múltiples episodios de oligo/amenorrea desde la menarquia hasta la edad adulta joven puede indicar la presencia de huesos con un tamaño menor que el que puede alcanzarse cuando los ciclos menstruales regulares se experimentan exclusivamente durante el mismo periodo de tiempo. Masa corporal y altura, siguieron siendo predictores significativos de la DMO lumbar baja y del cuello femoral bajo, diámetro y DMO. Cuanto menor sea el peso y la altura, mayores serán las probabilidades de baja DMO y baja geometría y fuerza del cuello femoral, respectivamente.
Association of Short-Term Changes in Menstrual Frequency, Medication Use, Weight and Exercise on Bone Mineral Density in College-Aged Women	Fleischer, S et al. 2022 Estados Unidos	Estudio observacional de casos y controles Objetivo: evaluar la relación sobre las conductas de salud, menstruación y alimentación y la relación con la DMO	641 mujeres entre 21 y 26 años	Evaluación en una exposición a corto plazo (18 meses) a factores y su relación con la DMO mediante una encuesta retrospectiva y una exploración de DXA.	<ul style="list-style-type: none"> Actividad física, historial menstrual, historial de peso, medicamentos, y diagnósticos médicos de los anteriores 18 meses. MET: Moderadas (entre 3 y 5,9 MET) y vigorosas (entre 6 y 10,9 MET). Muy vigoroso (11-14,9 METs) y extremadamente vigoroso (15-18 METs). Clasificación amenorrea, oligoamenorrea o eumenorrea. Peso y altura DXA para composición corporal y la densidad mineral ósea en columna lumbar y ambas caderas. 	<ul style="list-style-type: none"> No diferencias significativas en las puntuaciones DMO entre las edades de inicio de la menarquia. Ciclos menstruales más frecuentes (>9/año) puntuaciones Z de DMO más altas en todos los sitios excepto en la cadera total. Pérdida peso durante el período de interés DMO de trocánter y cadera total menor. Dieta muy baja en calorías, DMO espinal menor. Masa ósea, magra y libre de grasa correlación positiva con DMO, grasa libre total las correlaciones más fuertes. Anticonceptivos orales durante >6m se asoció a una menor DMO.
Fractures in Relation to Menstrual Status and Bone Parameters in Young Athletes	Ackherman, K et al. 2015 Estados Unidos	Estudio transversal Objetivo: comparar la prevalencia de fracturas en atletas oligoamenorreicos (AA), atletas eumenorreicos (EA) y no atletas (NA) y determinar las relaciones con la densidad ósea, la estructura y las estimaciones de fuerza.	175 mujeres entre 14 y 25 años: 100 oligoamenorreica, 35 eumenorreicas y 40 no atletas.	El historial de fracturas a lo largo de la vida se obtuvo mediante entrevistas a los participantes. DMO se evaluó mediante DXA en la columna vertebral, la cadera y el cuerpo entero (WB). La estructura ósea se evaluó mediante HRpQCT en el radio y la tibia, y la resistencia mediante análisis de elementos finitos.	<ul style="list-style-type: none"> Historia menstrual. Clasificación en oligoamenorrea o eumenorrea. Antecedentes de fracturas y ejercicio Radiografías de mano para determinar la edad ósea. Inmunoensayo quimioluminiscente para medir el ayuno 25-hidroxivitamina D [25(OH)D] y niveles de calcio Valores de gasto energético en reposo (REE) a partir de mediciones de la producción de dióxido de carbono y consumo de oxígeno DXA para evaluar la DMO total de cadera, cuello femoral, columna vertebral y composición corporal. Tomografía computarizada cuantitativa periférica de alta resolución para medir la densidad volumétrica, la morfología y la microarquitectura en el radio ultra distal y la tibia. 	<ul style="list-style-type: none"> La actividad atlética con carga de peso aumenta la DMO, pero puede incrementar el riesgo de fractura por estrés en las mujeres con disfunción menstrual. Las diferencias de microarquitectura ósea y fuerza son más pronunciadas en los atletas amenorreicas que experimentaron múltiples fracturas por estrés, lo que sugiere una respuesta de la amenorrea a la microarquitectura ósea y fuerza, o diferencias individuales en la susceptibilidad ósea a la amenorrea, lo que conduce a más lesiones óseas.
Low Bone Density Risk Is Higher in Exercising Women with Multiple Triad Risk Factors	Gibbs, J et al. 2014 Estados Unidos	Estudio observacional de casos y controles Objetivo: determinar el riesgo de DMO baja en mujeres que hacen ejercicio con múltiples factores de riesgo.	437 mujeres deportistas de edades entre 13 y 35 años.	Cuestionarios sobre características demográficas, actitudes/comportamientos alimentarios, función menstrual, deportes y uso de medicación. Se midieron la altura y el peso corporal. La DMO mediante DXA.	<ul style="list-style-type: none"> Función menstrual mediante cuestionario en los últimos 12 meses o la duración del ciclo menstrual antes de la inscripción en el estudio. Clasificación: Amenorrea, oligomenorrea, o eumenorrea. Edad de la menarquía. Restricción alimentaria valorada con cuestionarios. La participación deporte/actividad mediante cuestionario en el que los participantes informaron el tipo, frecuencia y duración por sesión en los últimos 6 meses o el número de años y/o meses por año del deporte en el que participaron desde los 10 años hasta actualidad. DMO mediante DXA en columna lumbar (L1-L2) y cuello femoral. 	<ul style="list-style-type: none"> Oligo/amenorrea actual y la menarquia tardía factores de riesgo de disfunción menstrual crónica La menarquia tardía fue un predictor significativo de DMO baja en presencia de otros factores de riesgo. Disfunción menstrual y IMC bajo asociaron mayor riesgo de una DMO baja en deportistas en comparación con aquellas con una función menstrual normal y un IMC bajo. IMC bajo y menarquia tardía indicaron más sólido de riesgo de DMO baja, x7 DMO baja en comparación con aquellas con edad normal de menarquia y menarquia normal. Efecto acumulativo del IMC bajo en la DMO en deportistas con menarquia tardía, participación en actividades/deportes delgados, dieta restrictiva, y/o oligo/amenorrea actual. Restricción dietética elevada no se asoció con una DMO baja como factor de riesgo individual. Al combinar con otros factores de riesgo asoció con un porcentaje más alto de participantes con DMO baja. Asociación dosis-respuesta entre el número de factores de riesgo y la DMO en deportistas

<p>Menstrual Irregularity, Hormonal Contraceptive Use, and Bone Stress Injuries in Collegiate Female Athletes in the United States</p>	<p>Cheng, J et al. 2021 Estados Unidos</p>	<p>Estudio transversal Objetivo: examinar la prevalencia y la relación entre las anticonceptivas, la menstruación irregular y el daño óseo en atletas colegialas de estados unidos.</p>	<p>1020 atletas colegiadas de 19,6 ± 2,3 años</p>	<p>Cuestionario único sobre irregularidades menstruales, uso de anticonceptivas y fracturas de estrés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Edad actual, estado, participación en deportes, edad de la menarquia, historia menstrual anterior y actual y el uso actual de anticonceptivos hormonales. • División en deportes no magros/no estéticos y deportes magros/estéticos. • Antecedentes de fracturas por estrés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevalencia uso actual de anticonceptivos en muestra del 65% (IC 95%: 61,9%- 67,8%). • Prevalencia de atletas con menstruaciones irregulares previas fue del 47% (44,4%-50,5%). • Uso de anticonceptivo mayor en atletas con alteraciones menstruales anteriores. Atletas con alteraciones menstruales anteriores más probabilidades de usar anticonceptivos para regular sus ciclos menstruales. • Fracturas por estrés con mayor frecuencia en el pie y no asociadas hormonas de las pastillas anticonceptivas. • El uso de anticonceptivos inyectables y los estadios previos de irregularidades menstruales se asociaron con mayores probabilidades de fracturas por esfuerzo, al igual que la participación en deportes magros/estéticos odds ratio [IC del 95 %]: 1,9 [1,4, 2,5]; P < 0,001)
<p>Physical Activity, Menstrual History, and Bone Microarchitecture in Female Athletes with Multiple Bone Stress Injuries</p>	<p>Rudolph, S et al. 2021 Estados Unidos</p>	<p>Estudio transversal Objetivo: Determinar las diferencias en los antecedentes de salud y actividad física, densidad ósea, microarquitectura y fuerza entre atletas con antecedentes de múltiples lesiones por estrés óseo, atletas con ≤1 lesiones por estrés óseo y no atletas.</p>	<p>Se reclutaron 101 mujeres (edades, 18-32 años):no atletas (n = 17) y atletas con un historial de ≥3 (n =21), 1 (n = 23), o 0 (n = 40) lesiones de estrés ósea en extremidades inferiores.</p>	<p>Rellenaron cuestionarios. Se midió la microarquitectura ósea de la tibia distal mediante tomografía computarizada cuantitativa periférica de alta resolución (HR-pQCT) y la densidad mineral ósea areal de la cadera y la columna vertebral mediante DXA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios: información demográfica, antecedentes menstruales, actividad física actual y anterior, y lesiones anteriores. • Estado menstrual. Clasificación: amenorrea (primaria o secundaria), oligomenorrea, eumenorrea. • Actividades, horas por semana, meses por año y el número de años que dedicaban a cada actividad por período. Clasificación en: actividad multiaxial, uniaxial o no portadora de peso. • Altura y peso • Longitud de la tibia • Extracción sangre en ayunas y ensayo inmunoquímico para medir 25(OH) de vitamina D. • DMO en la columna posterior-anterior, cadera total vía DXA. 	<ul style="list-style-type: none"> • 50% de los sujetos con ≥3 BSI historia de amenorrea primaria y/o secundaria, en comparación con el 19% de las mujeres con ≤1 BSI. • Mujeres con lesiones por estrés óseo mayor prevalencia de amenorrea primaria y secundaria, y eran las que más horas totales de ejercicio en la escuela habían realizado, además de realizar una mayor carga uniaxial y una proporción menor de carga multiaxial. • Mayor relación de mujeres con ≥3 BSIs y una baja DMO en la columna vertebral. • Participación en deportes con carga multiaxial, mantenimiento de un estado menstrual normal durante la adolescencia y la edad adulta temprana reduce el riesgo de lesiones múltiples por estrés óseo.
<p>Physiological Factors of Female Runners With and Without Stress Fracture Histories: A Pilot Study</p>	<p>Johnston, T et al. 2020 Estados Unidos</p>	<p>Estudio observacional de cohortes Objetivo: comparar las medidas fisiológicas y los factores relacionados con la carrera entre mujeres de distintas edades y capacidades.</p>	<p>Un total de 40 mujeres: 20 corredoras y 20 no corredoras de un rango de edad de 18-65 años.</p>	<p>Cuestionario sobre historiales médicos, menstruales, de carrera, de lesiones y nutricionales; histología sanguínea relacionada con factores de riesgo nutricionales, hormonales y óseos; y densidad ósea, grasa y tejido magro mediante DXA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario: datos demográficos, antecedentes médicos, menstruales, de carrera, lesiones y nutricionales. • Medidas histológicas en suero sin ayunar: hemograma completo, vitamina D (25-(OH)D), calcio, albúmina, hormona paratiroidea, estradiol, testosterona, fosfatasa alcalina específica del hueso y N-telopéptido. • DXA para medir la DMO de la cadera izquierda y la columna lumbar, y se obtuvo la composición corporal completa usando un escáner Hologic Horizon A (Hologic). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mujeres con antecedentes de fractura de estrés menor densidad mineral ósea de la cadera en comparación con las mujeres sin antecedentes de fractura de estrés • 4 mujeres con antecedentes de fractura de estrés y 8 sin antecedentes tenían valores muy bajos (<5 pg/mL), y 2 de cada grupo tenían valores bajos (8-23 pg/mL). No diferencias en los niveles de estrógeno entre las mujeres con y sin antecedentes de fractura de estrés. • Corredoras con baja densidad mineral ósea en la cadera, cambios menstruales durante el pico de entrenamiento y marcadores elevados de recambio óseo pueden tener un mayor riesgo de fractura de estrés.
<p>Sport Specialization and Low Bone Mineral Density in Female High School Distance Runners</p>	<p>Rauh, J et al. 2020 Estados Unidos</p>	<p>Estudio transversal Objetivo: Evaluar si la especialización deportiva se asocia con la DMO en corredoras de distancia de secundaria.</p>	<p>Sesenta y cuatro corredoras (edad 15.6 +- 1.4 años) que compitieron en eventos de campo abierto o de pista y que no tomaban tratamiento hormonal anticonceptivo.</p>	<p>Encuesta sobre historia menstrual y deportiva. Altura y el peso. DXA para medición DMO. Especialización. Se realizó regresión logística multivariable para determinar la razón de probabilidad ajustada y el intervalo de confianza del 95% para la especialización deportiva a los valores de DMO, ajustando por índice de masa corporal y edad ginecológica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios participación deportiva competitiva e historia menstrual. Clasificación según especialización. • Altura y peso • Disfunción menstrual clasificada: amenorrea primaria, oligomenorrea o amenorrea secundaria. • DXA para medir DMO en columna vertebral (L1–L4), cadera total, cuello femoral y cuerpo entero utilizando un densitómetro Lunar DPX-NT. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corredoras altamente especializadas en deportes 5 veces más probabilidades de tener una DMO baja y las especialistas en deportes moderados probabilidad 3 veces mayor de tener una DMO baja que los especialistas en deportes bajos. • Alta especialización DMO media más baja en la columna lumbar que los especialistas en deportes de bajo nivel. • Asociación significativa entre la disfunción menstrual y la DMO baja; dejó de ser estadísticamente significativa cuando se tuvo en cuenta el estado de especialización deportiva. • Relación compleja de múltiples interacciones de la exposición al deporte con comportamientos asociados y disfunción menstrual que contribuyen a la baja DMO.
<p>The presence of both an energy deficiency and estrogen deficiency exacerbate alterations of bone metabolism in exercising women.</p>	<p>De Souza, J et al. 2008 Estados Unidos</p>	<p>Estudio transversal Objetivo: Evaluar los efectos independientes y combinados de la deficiencia energética y la carencia de estrógenos sobre los marcadores de recambio óseo en mujeres que hacen ejercicio.</p>	<p>44 premenopáusicas que realizaban ejercicio entre 18 y 35 años; buena salud; estado menstrual estable durante los 3 meses anteriores; no fumador; no está a dieta y tiene un peso estable durante los 3 meses anteriores; no tomar ningún tipo de terapia hormonal durante al menos 12 meses; sin diagnóstico clínico actual de trastornos de la alimentación, realizando ejercicio regular sin</p>	<p>Medición PINP, osteocalcina, U-CTX-I, TT3, leptina y grelina, y la densidad mineral ósea (DMO). El gasto energético en reposo (REE) se utilizó para determinar el estado energético (deficiente o repleto) y se corroboró con medidas de hormonas metabólicas. Se evaluaron los niveles diarios de E1G, PdG, para determinar el estado menstrual y estrogénico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estado energético mediante MET. Deficientes en energía si MET:pMET menor o igual a 0,90, las mujeres con MET:pMET superior a 0,90 llenas de energía. • Hormonas metabólicas (TT3, leptina y grelina). Análisis muestras de orina diarias para LH, E1G y PdG. Estudio formación ósea con propéptido carboxiterminal del procolágeno tipo I (PINP) y osteocalcina, y reabsorción ósea, con telopéptido C-terminal (U-CTX-I). • Masa corporal, altura, DMO, composición corporal, características dietéticas y capacidad aeróbica máxima. • Cuestionarios: ejercicio, alimentación, menstruación e historial médico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia de estrógenos en mujeres que hacen ejercicio, en presencia de una deficiencia energética, se asoció con disminución de la DMO en la columna lumbar e implicó la supresión de la formación ósea y el aumento de la resorción ósea • Los marcadores de formación ósea se suprimieron y los marcadores de resorción ósea se elevaron cuando el hipostrogenismo se presentó con deficiencia de energía • Un ambiente repleto de energía no se asoció con perturbaciones de la formación y la resorción óseas, independientemente del estado de estrógenos • Un estado de estrógenos adecuado no compensa completamente una deficiencia de energía ya que las alteraciones en la formación ósea continúan siendo evidentes en ambientes nutricionalmente comprometidos • La leptina se relacionó con los factores de formación ósea, es decir, PINP y osteocalcina.

			antecedentes de síndrome de ovario poliquístico.		<ul style="list-style-type: none"> • Inventario de Trastornos de la Alimentación. • Pico de VO2. 	
Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite athletes: a comprehensive controlled study.	Torstveit, M et al. 2005 Noruega	Estudio transversal Objetivo: comparar DMO, investigar los factores asociados a DMO y examinar la prevalencia de DMO baja en atletas y controles no atléticos.	Atletas noruegas de los equipos nacionales (n=938) y a una muestra aleatoria de control no atlético (n=900). Rango edad 13-39. Completado por el 88% de los atletas y el 70% de los controles. Una muestra aleatoria de estos atletas (n=300) y controles (n=300) fue invitada a participar en las partes II y III. Todas las partes fueron completadas por 186 atletas (62%) y 145 controles (48%).	El estudio incluyó un cuestionario (parte I), medición de la DMO (parte II) y una entrevista clínica (parte III).	<ul style="list-style-type: none"> • Parte I: cribado. Cuestionario. Se determinó disfunción menstrual si se informaba de: amenorrea primaria presente, amenorrea secundaria, oligomenorrea y fase lútea corta, o prevalencia de por vida de amenorrea primaria o secundaria. • Parte II: evaluación de la DMO. Se midió con DXA. Las áreas de medición fueron el cuerpo total (TB), la columna lumbar (L2-L4), el cuello del fémur, el fémur de Ward, el trocánter del fémur, la diáfisis del fémur y el fémur total. Tres grupos según el grado de carga mecánica: deportes de bajo impacto (LI), impacto medio (MI) y alto impacto (HI). • Parte III: entrevista clínica. Examen de trastornos alimentarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atletas con desregulaciones menstruales de deporte de alto impacto mostraron una DMO más alta en todos los sitios de medición que las de medio y bajo impacto. • Atletas con trastorno de la alimentación entre un 3-5% menos DMO de la columna lumbar en comparación con las atletas sin trastornos alimentarios. • Atletas de élite tienen un 3-20% mayor densidad mineral ósea (DMO) que los controles no atléticos y las atletas de alto impacto tienen un 3-22% mayor DMO en comparación con los atletas de medio impacto y bajo impacto. • DMO baja es dos o tres veces más común en mujeres premenopáusicas no atléticas que en atletas de élite.
Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: a national survey of 1276 elite athletes and controls.	Torstveit, M et al. 2005 Noruega	Estudio transversal Objetivo: Examinar la prevalencia de la disfunción menstrual en la población total de atletas femeninas de élite noruegas y controles representativos nacionales en el mismo grupo de edad.	Atletas de élite que representaban al país en el nivel junior o senior de élite (13-39 años) un total de 669 atletas (88,3%) y 607 controles (70,2%) completaron satisfactoriamente el cuestionario.	Se administró un cuestionario detallado que incluía preguntas sobre patrones de entrenamiento y/o actividad física, antecedentes menstruales, dietéticos y de peso, uso de anticonceptivos orales y subpruebas de inventario de trastornos alimentarios a todas las atletas y controles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario: antecedentes menstruales, uso de anticonceptivos orales, embarazo, Examen de trastornos alimentarios, antecedentes de peso, entrenamiento, tiempo de entrenamiento, patrones de actividad física, antecedentes dietéticos, hábitos nutricionales y antecedentes de lesiones. • Clasificación: Eumenorrea, amenorrea primaria, amenorrea secundaria, oligomenorrea. Amenorrea primaria, secundaria, oligomenorrea y fase lútea corta definidas como DM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Edad de la menarquia más tardía en las atletas (7 %) que controles (2 %). • Prevalencia de amenorrea primaria más alta entre las atletas de deportes estéticos (21,9 %), deportes de resistencia (10,6 %) y deportes de potencia (10,0 %). • Mayor porcentaje de alteraciones menstruales presentes y amenorrea primaria en atletas de deportes de delgadez. • Más controles que atletas que compiten en deportes que no son delgadez informaron presentar amenorrea secundaria. Deportes que se centran en la delgadez y/o un peso específico, aumenta el riesgo de disfunción menstrual. • La cantidad de actividad física no contribuyó significativamente (p = 0,08) a explicar la disfunción menstrual presente en el grupo de control. • Edad de la menarquia es más tardía en las atletas de élite que en los controles y más tardía en las atletas que comenzaron el entrenamiento deportivo específico antes de la menarquia que en las que comenzaron después de la menarquia
Bone mineral density in female high school athletes: Interactions of menstrual function and type of mechanical loading	Nichols, J et al. 2007 Estados Unidos	Estudio transversal Objetivo: examinar las asociaciones del estado menstrual, el tipo de carga mecánica y la DMO en atletas de secundaria que participan en deportes.	Participaron 161 mujeres deportistas de secundaria (15,7 ± 1,3 años; 165,3 ± 6,9 cm; 59,4 ± 8,7 kg). Impacto alto/imparcial (n = 93, incluyendo fútbol, softbol, voleibol, tenis, lacrosse y corredores de pista y saltadores), repetitivos/sin impacto (n = 68, incluidos los nadadores, los corredores de fondo y de pista que participaron en eventos ≥ 800 m).	Autoinforme, cuestionario, caracterización fenotípica, medición DMO mediante DXA.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario: historial menstrual, años compitiendo, cantidad de meses por año y el promedio de horas por día que entrenaron. • Clasificación: Irregularidad menstrual primaria u oligomenorrea (ciclos con 35 días de diferencia). Irregularidades menstruales combinadas en un grupo (oligo/amenorreicas) y comparación con atletas con eumenorreicas. • Altura y peso • DMO por área en la columna vertebral (L1-L4), el fémur proximal y cuerpo total y composición corporal por DXA usando densitómetro Lunar DPX-NT. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los valores de DMO de atletas en deportes de carga de alto impacto fueron consistentemente mayores que los de atletas que participan en deportes repetitivos/de bajo impacto (cadera total (p = 0,04) y trocánter (p = 0,02)). • DMO más baja en atletas oligo/amenorreicas que en atletas eumenorreicas en todos los sitios óseos medidos. DMO de atletas oligo/amenorreicas f 4% más baja en la columna lumbar y un 4-6% más baja en cadera en comparación con las atletas eumenorreicas. • Puntuaciones Z de la columna vertebral indicaron que la carga de alto impacto puede haber compensado un poco la disfunción menstrual, ya que las atletas oligo/amenorreicas en deportes de alto impacto tenían aproximadamente un 10% más de masa ósea en la columna que las atletas repetitivas/sin impacto con disfunción menstrual
Menstrual status and bone mineral density among female athletes	Punpilai, S et al. 2005 Tailandia	Estudio de casos y controles Objetivo: investigar la relación entre el estado menstruado y la DMO	Sesenta y tres mujeres atletas fueron invitadas y aceptaron participar en el estudio. Los participantes ejercitaron una media de 19 h/semana (10-30 h).	Se determinó el estado menstrual autoinformado, el estrés durante los últimos 6 meses, la ingesta dietética de calcio, las muestras de sangre para el estudio hormonal, el grosor del pliegue cutáneo del muslo medio, la DMO del tríceps, la cresta iliaca, la columna y el cuello femoral.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios: datos demográficos, personales, entrenamiento deportivo, control de peso, información de DMO, estado menstrual (oligomenorrea, amenorrea o eumenorrea). • Ingesta de calcio (Ca) mediante el Cuestionario de Frecuencia de Alimentos. • Estrés en los últimos 6 meses mediante un Inventario de Estrés de Atletas Femeninas (FASI). • Estudio hormonal. • Peso y altura • DMO se midió en la columna lumbar (L1-L4) y el cuello femoral usando DXA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disfunción menstrual en las atletas femeninas está asociada con la baja DMO de la columna lumbar. • Relación entre la historia menstrual (es decir, edad retrasada en la menarquia y disfunción menstrual durante los primeros 2 años de menarquia) y la disfunción menstrual actual de los atletas, pero no una relación entre la disfunción menstrual y el porcentaje de grasa corporal. • Edad y peso factores asociados a la DMO tanto en la columna lumbar como en el cuello femoral. • La evaluación de la historia menstrual y del porcentaje de grasa corporal podría utilizarse como herramienta de cribado para detectar anomalías menstruales.