

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE
Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Curso: 2020-2021

**EFFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL EN LA PREPARACIÓN
FÍSICA DE JUGADORAS DE DEPORTES DE EQUIPO**

AUTOR/A: Itziar Aldea de la Fuente

DIRECTOR/A: Cristina Granados Domínguez

Fecha, 20 de mayo de 2021

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
MÉTODO	7
Búsqueda estratégica	7
Selección de los estudios	7
Resumen y selección de estudios	7
Calidad metodológica de los estudios	8
RESULTADOS	10
Resultados generales de la búsqueda	10
Efectos de las fases del ciclo menstrual en la resistencia	13
Efectos de las fases del ciclo menstrual en la fuerza	14
Efectos de las fases del ciclo menstrual en la velocidad y capacidad anaeróbica	15
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES	19
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	19
REFERENCIAS	21

RESUMEN

El rendimiento de las mujeres en el deporte se ve influenciado en función de la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren. Hasta la fecha, en la literatura se encuentran numerosas investigaciones que se han centrado en los deportes individuales, dejando a un lado los deportes de equipo. Por ello, el objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sistemática para analizar cuáles son los efectos que tiene el ciclo menstrual en las capacidades físicas condicionantes de los deportes de equipo y qué aspectos se deberían considerar para la preparación física de las atletas. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed y SportDiscus. Se utilizó una metodología de estrategia “PICOT” para la selección de los estudios que debían ser realizados a mujeres eumenorreicas con edad comprendida entre 18 y 40 años y que fuesen deportistas. Los estudios escogidos fueron evaluados críticamente con el formulario de revisión crítica de McMaster Universities para estudios cuantitativos. Finalmente, se incluyeron 10 artículos con una muestra de 119 mujeres con edad comprendida entre 18 y 31 años. Los artículos escogidos midieron diferentes capacidades físicas que afectan al rendimiento; resistencia, fuerza, potencia y velocidad. En la resistencia se ve una tendencia en fase lútea (FL) de un empeoramiento de la capacidad aeróbica. También se encontró un estudio con resultados significativos en un test específico (Yo-Yo IET), donde se dieron valores más altos de lactato en la fase folicular (FF). En cuanto a la fuerza, se vio que la contracción máxima voluntaria resultó verse reducida en la FL. En conclusión, la variabilidad de los resultados obtenidos destaca una complejidad para generalizar unos efectos del ciclo menstrual en las diferentes capacidades físicas estudiadas, teniendo en cuenta el principio de individualización de las deportistas, se necesitan más estudios que clarifique los efectos del ciclo menstrual en el rendimiento.

PALABRAS CLAVES: mujeres, menstruación, rendimiento, capacidades físicas

ABSTRACT

Performance of the female athletes is influenced by the phases of the menstrual cycle. Until now, research has focused on individual sports, leaving aside team sports. Therefore, the aim of the present work is to conduct a systematic review to analyze the effects of the menstrual cycle on the physical capacities requirements of team sports and which aspects should be considered for the physical preparation of athletes. Bibliographic research was carried out in PubMed and SportDiscus databases. A “PICOT” strategy methodology was used to select the studies that should be carried out in eumenorrhic women between 18 and 40 years old, who had to be athletes. The chosen studies were critically appraised with the McMaster Universities Critical Review Form for Quantitative Studies. Finally, 10 studies were included with 119 participants with an age range of 18 to 31 years. The chosen articles measured different physical capacities that affect sports performance; endurance, resistance, power, and speed. In endurance training, a tendency is seen in the luteal phase (FL) of a worsening in aerobic capacity. Also was found a

study with significant results in a specific test (Yo-Yo IET), where in follicular phase (FF) the values of lactate were higher. With regard to the resistance, it is seen that the maximal voluntary contraction turned out to be reduced in FL. In conclusion, the variability of the results obtained emphasize the complexity to generalize effects of the menstrual cycle in the different physical capacities studied, taking into account the principle of individualization, more studies are needed to clarify the effects of the menstrual cycle on performance.

KEYWORDS: women, period, performance, physical capacities

INTRODUCCIÓN

Los deportes de equipo como por ejemplo, balonmano, rugby, hockey, voleibol, fútbol, requieren un exigente entrenamiento en diferentes capacidades físicas. Esfuerzos intermitentes que combinan picos de alta intensidad con momentos de descanso (Middleton & Wenger, 2006), combinados con ejercicios de potencia que requieren una fuerza y una capacidad de repetición que desemboca en patrones de fatiga (Tounsi, Jaafar, Aloui & Souissi, 2018). Entrenadores y preparadores físicos se han centrado en planificar y periodizar entrenamientos para la mejora de estas variables en búsqueda de un rendimiento deportivo durante la temporada o para eventos deportivos específicos (Gamble, 2006). Sin embargo, la investigación científica de este ámbito se ha centrado en el estudio de la mejora de estas capacidades físicas olvidándose del factor género. En cuanto al deporte femenino, escasas investigaciones han prestado atención a los aspectos fisiológicos de la mujer, específicamente en el ciclo menstrual, viendo los efectos que puede tener en las variables físicas que determinan el rendimiento de los deportes de equipo (Julian, Hecksteden, Fullagar & Meyer, 2017).

Durante el ciclo menstrual, las mujeres están expuestas a variaciones continuas en las concentraciones séricas de varias hormonas esteroideas sexuales femeninas. (Romero, Del Coso, Gutiérrez, Ruiz, Grgic & Lara, 2019) En mujeres eumenorreicas (con ciclos menstruales normales), las hormonas esteroideas, estrógeno y progesterona, fluctúan a lo largo del ciclo menstrual. (Thompson, Almarjawi, Sculley & Janse de Jonge, 2020). De esta forma, se da lugar a diferentes fases dentro del ciclo menstrual, normalmente se divide en dos fases; fase folicular (FF) y fase lútea (FL) (Romero et al., 2019). A su vez, estas fases se suelen dividir en dos; temprana y tardía, resultando la fase folicular temprana, fase folicular tardía (o pre-ovulatoria), fase lútea temprana, fase lútea tardía y por último, algunos autores como Romero et al. (2019) y Julian et al. (2017) denominan la fase lútea temprana como mitad de la fase lútea. En la *Figura 1* podemos apreciar las variaciones de las hormonas sexuales durante el ciclo menstrual.

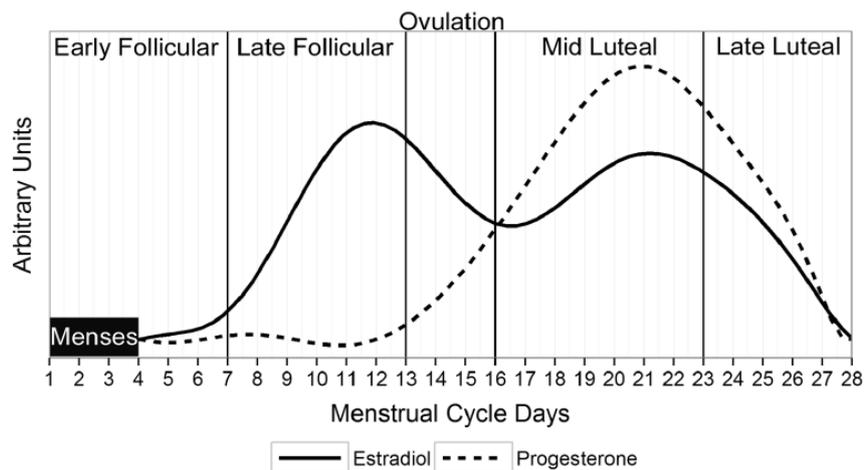


Figura 1 Variaciones de estradiol y progesterona durante el ciclo menstrual (Tenan et al., 2015).

La hormona reguladora de la secreción de gonadotropinas (GnRH), segregada por el hipotálamo, estimula la secreción de gonadotropinas: hormona luteinizante (LH) y hormona foliculo estimulante (FSH) en la hipófisis anterior (Lorenzo, Nieto, Asenjo & Molina, 2006). La FSH estimula el crecimiento y desarrollo de los folículos primarios en el ovario y actúa sobre las células granulosas que producen estrógenos (Lorenzo et al., 2006; Moore & Persaud, 1999; Wells, 1992). La LH es la responsable de la producción y secreción de estrógenos de la ovulación y estimula a las células foliculares y al cuerpo amarillo para que produzcan progesterona (Lorenzo et al., 2006; Moore & Persaud, 1999; Wells, 1992). Los estrógenos son producidos por el cuerpo lúteo y por la aromatización de los andrógenos en la granulosa ovárica y su misión principal consiste en estimular el crecimiento del endometrio uterino (Ramírez, 2014). La progesterona, tiene como acciones fundamentales la preparación del endometrio para la gestación y la regulación del ciclo menstrual (Lorenzo et al., 2006; Wells, 1992).

Muchas de las investigaciones que han centrado su objeto de estudio en el ciclo menstrual, han sido realizadas a mujeres activas o deportistas, la mayoría de veces, de deportes individuales. Escasos autores investigaron acerca de estos efectos específicamente en deportes de equipo. En fútbol femenino, se ha visto que ni la resistencia, ni la capacidad de repetir sprints, ni la habilidad de salto se ven perjudicadas por la fase menstrual en la que se encuentre la jugadora (Tounsi et al., 2018). En otro estudio realizado a jugadoras de fútbol (Julian et al., 2017), resultó no haber efectos del ciclo menstrual en el rendimiento del salto y de la velocidad. En cuanto a la resistencia, medida con un test intermitente, se reflejó un peor rendimiento de la prueba en la mitad de la fase lútea que en el resto de fases, lo que podría ser debido a un aumento de la temperatura corporal de la FL (Julian et al., 2017), ya que la progesterona actúa sobre el hipotálamo, excitando el centro térmico, de donde se deriva la elevación de la temperatura basal en la segunda mitad del ciclo. (Ramírez, 2014).

Hoy en día muchas deportistas femeninas utilizan diferentes métodos para modificar el ciclo menstrual y que no les coincida con competiciones importantes, es por esta razón, que muchas investigaciones han centrado sus estudios en los efectos que tiene el ciclo menstrual en variables concretas influyentes en el rendimiento deportivo (Shaharudin, Ghosh & Ismail, 2011). En las capacidades físicas como la fuerza o potencia, la velocidad y la resistencia. Romero et al. (2019) observaron que no hay diferencias significativas en la fuerza muscular y en la potencia, independientemente de la fase en la que se encuentra la atleta, corroborando así los resultados de otras investigaciones con el mismo objeto de estudio (Friden, Hirschberg & Saartok, 2003; Janse de Jonge, Boot, Thom, Ruell & Thompson, 2001; Lebrun, McKenzie, Prior & Taunton, 1995; Montgomery & Shultz, 2010). Sin embargo, Tenan, Hackney & Griffin (2015) midieron la fuerza máxima del tren inferior, y vieron que las deportistas en la fase lútea es cuando menor capacidad de realizar una contracción máxima voluntaria tienen. Tsampoukos, Peckham, James & Nevill (2010) también centraron su estudio en la velocidad, investigaron si en la ovulación habría un aumento de la velocidad debido a la alta concentración de 17β -estradiol y vieron que no había diferencia en los resultados de los sprints entre fases del ciclo menstrual. Otros estudios (Bushman, Masterson & Nelsen, 2006; Miskec, Potteiger, Nau & Zebas, 1997) también observaron que no había efectos en la velocidad. En cuanto a la capacidad de VO_2max ., un estudio realizado en deportistas de resistencia investigó las diferencias entre fases del ciclo menstrual, no observándose diferencias significativas entre las fases, pero sin un ligero aumento del VO_2max la fase lútea, que podría deberse al aumento de progesterona (Burrows & Bird, 2005). Respecto a la capacidad anaeróbica medida con el déficit máximo de oxígeno acumulado (MAOD), (Shaharudin et al. 2011) no se observaron diferencias, mientras que Middleton & Wenger (2006) si obtuvieron diferencias entre fases en el valor medio de trabajo, siendo este mayor durante la fase lútea que en la fase folicular, también en la FL fue mayor el VO_2 consumido durante la recuperación pero sin ser significativo. Smekal, et al. (2007) siguiendo los resultados obtenidos en estudios anteriores (Bunt, 1990; Carter, McKenzie, Mourtzakis, Mahoney & Tarnopolsky, 2001; D'Eon & Braun, 2002; Hackney, 1999) de que los valores de estrógeno y progesterona podrían influenciar el consumo de transporte y almacenamiento de glucosa, y que el rendimiento de la resistencia se podría ver afectado con el ciclo menstrual, realizó un estudio en deportistas amateur de resistencia, pero ellos no encontraron diferencias significativas.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sistemática para analizar cuáles son los efectos que tiene el ciclo menstrual en las capacidades físicas condicionantes de los deportes de equipo y qué aspectos se deberían considerar para la preparación física de las atletas.

MÉTODO

Búsqueda estratégica

La búsqueda bibliográfica de este trabajo tuvo una duración de tres meses, se inició en noviembre de 2020 y finalizó en enero de 2021. Se realizó en las siguientes bases de datos: PubMed y SportDiscus. Las palabras clave utilizadas fueron: (1) “Menstrual cycle” OR “Menstrual phases”; AND (2) “Sport performance” OR “Physical performance”; AND (3) “power” OR “endurance” OR “velocity”. La búsqueda se realizó en dos idiomas: inglés y castellano, sin embargo, ningún estudio en castellano fue incluido en la revisión. Además, se restringió a los años comprendidos entre 2015 y 2020, ambos inclusive.

Selección de los estudios

La presente revisión sistemática siguió la metodología de estrategia “PICOT”, esta mnemotecnica es utilizada sobre todo en el ámbito del profesional de la salud y permite organizar y priorizar las dudas. A su vez, permite avanzar con mayor rapidez en la búsqueda de información científica. (Simancas, Tarupi & Hidalgo, 2012). La metodología marcada ha sido utilizada en su última modificación para realizar revisiones sistemáticas (Thabane, Thomas, Ye & Paul, 2009) basada por primera vez por Richardson, Wilson, Nishikawa & Hayward (1995), el acrónimo PICO (al que luego se le agregó la letra T para establecerlo como PICOT) Población (P); Intervención (I); Comparación (C); Outcomes o resultados (O); Tiempo (T).

Los estudios fueron evaluados de acuerdo con los siguientes criterios para su inclusión: 1) mujeres deportistas eumenorreicas; 2) edad comprendida entre 18-40 años de edad; 3) medición de la concentración hormonal y 4) estudios con una duración mínima de 6 meses. Como criterios de exclusión se observaron: 1) mujeres con diferentes alteraciones del ciclo menstrual; 2) estudios de menos de 6 meses de duración; 3) estudios únicamente con mediciones subjetivas y 4) grupos con toma de anticonceptivos.

Resumen y selección de estudios

La búsqueda bibliográfica se realizó por la autora de esta revisión mediante las pautas y la metodología anteriormente descritas. Tras realizar la búsqueda completa, se obtuvieron 311 estudios, después se excluyeron aquellos que no se ajustaban a las características de la revisión sistemática tras leer título y resumen, en total se excluyeron 300 estudios y se obtuvieron 11. Por último, tras la lectura completa de esos 11 estudios, un único artículo se excluyó por no cumplir con los criterios de inclusión y los objetivos de la revisión. Tras este proceso resumido en la *Figura 2*, se muestran finalmente los 10 artículos incluidos.

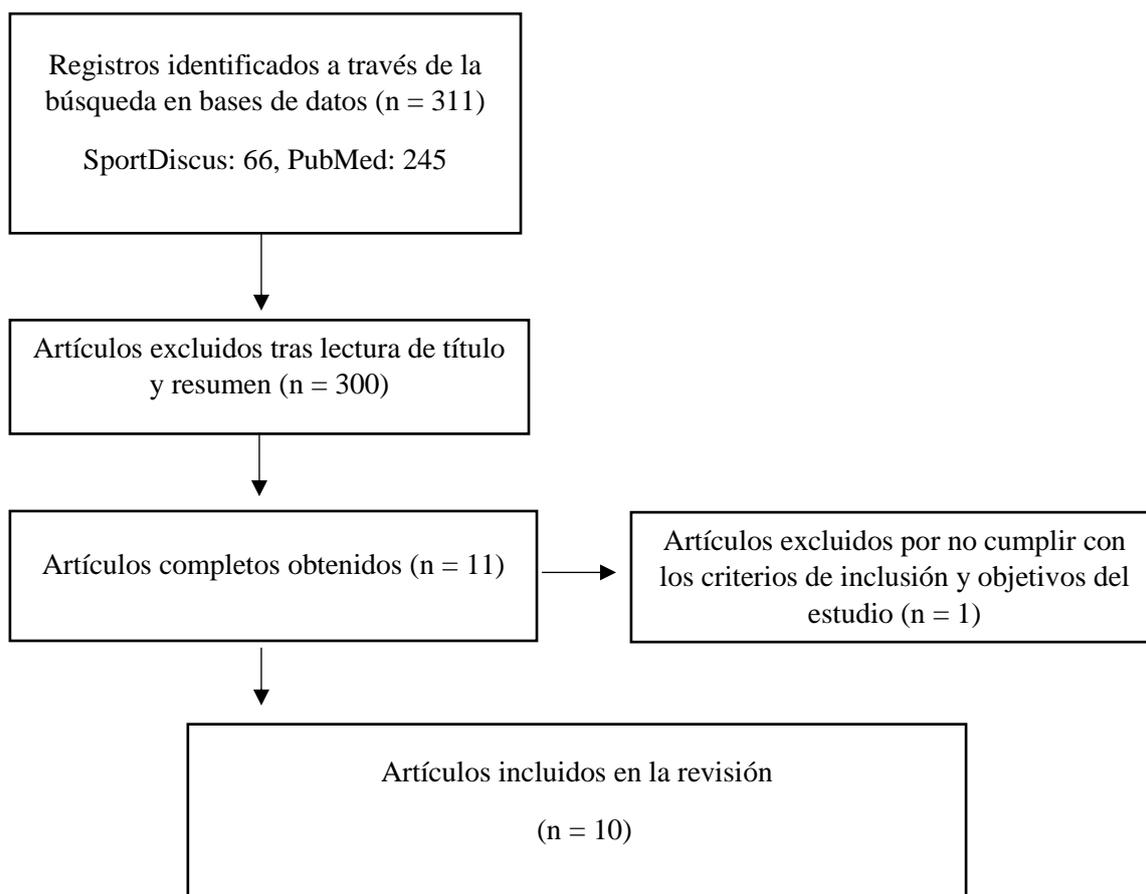


Figura 2 Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica.

Calidad metodológica de los estudios

La calidad metodológica de los estudios fue evaluada mediante las directrices de la Universidad McMaster y el formulario de revisión crítica para estudios cuantitativos (Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch & Westmorland, 1998). Esta herramienta es la más apropiada para artículos que utilizan métodos cualitativos y ha sido utilizada en revisiones sistemáticas de ciencias del ejercicio físico y del deporte (Thompson et al., 2020). En la *Tabla 1*, se muestran los resultados. Siguiendo con el ejemplo de Thompson et al. (2020), en función de la puntuación obtenida se les asignó a los estudios una calidad u otra. Siendo las puntuaciones por debajo de 7 puntos calidad baja, entre 7 y 9 calidad moderada y de 10 o más puntos calidad alta. En cuanto a los estudios de la presente revisión sistemática, siete fueron evaluados de calidad alta, dos de calidad moderada y un estudio se evaluó como de baja calidad.

Tabla 1. Calidad metodológica de los estudios.

Autor(as)	Propósito del estudio (1)	Literatura (1)	Diseño (1)	Muestra (2)	Medida de los resultados (outcomes) (2)	Intervención (3)	Resultados (4)	Conclusiones (1)	Puntuación (/15)	Calidad
Middleton & Wenger (2006)	1	1	1	1	2	1	2	0	9	Moderada
Burrows & Bird (2005)	1	1	1	1	2	2	2	1	11	Alta
Tounsi et al. (2018)	1	1	1	1	2	3	2	1	12	Alta
Smekal et al. (2007)	1	1	1	2	2	3	2	1	13	Alta
Romero et al. (2019)	1	1	1	1	2	2	2	1	11	Alta
Tenan et al. (2015)	1	1	1	1	2	2	3	1	12	Alta
Julian et al. (2017)	1	1	1	2	2	3	2	1	13	Alta
Tsampaukos et al. (2010)	1	1	1	1	2	2	2	0	10	Alta
Shaharudin et al. (2011)	1	0	1	1	1	2	2	1	9	Moderada
Wiecek et al. (2016)	1	0	0	1	1	1	1	0	5	Baja

RESULTADOS

Resultados generales de la búsqueda

La presente revisión consta de 10 artículos con una muestra de 119 mujeres eumenorreicas, con edad comprendida entre 18 y 31 años. Las características de los estudios se encuentran recogidas en la *Tabla 2*. Los 10 trabajos analizaron los efectos de diferentes parámetros físicos en dos fases diferentes del ciclo menstrual, en la fase folicular (FF) y en la fase lútea (FL). Algunos de estos estudios tuvieron en cuenta otras fases (fase folicular temprana, fase folicular tardía, mitad de la fase lútea, fase lútea temprana, fase lútea tardía y menstruación). Cinco artículos realizan intervenciones para ver los efectos de las fases del ciclo menstrual sobre los parámetros de resistencia (Middleton & Wenger, 2006; Smekal et al., 2007; Burrows & Bird, 2005; Tounsi et al., 2018; Julian et al., 2017). Otros cuatro estudios de la revisión centraron su investigación en los efectos que hay en los parámetros de fuerza (Romero et al., 2019; Tenan et al., 2015; Tounsi et al., 2018; Julian et al., 2017). Por último, cinco estudios vieron las diferencias en los efectos en la velocidad y la capacidad anaeróbica (Tsampoukos et al., 2010; Tounsi et al., 2018; Julian et al., 2017; Shaharudin et al., 2011; Wiecek et al., 2016).

Tabla 2. Características de los estudios.

Autor (año)	Participantes	Fases	Capacidad física	Test utilizado	Resultados
Middleton & Wenger (2006)	N: 6 Edad: 24,7 ± 3,2 años Sanas y físicamente activas	FF y FL	Resistencia	HIIT en cicloergómetro 6 sprints con 30" de recuperación	↑ de la media de trabajo en FL No diferencias significativas entre fases en el pico de potencia y abandono del test
Burrows & Bird (2005)	N: 10 Edad: 29 ± 2,6 años Físicamente activas (corredoras de alto nivel)	FF temprana FF tardía FL temprana FL tardía Menstruación 1 Menstruación 2	Resistencia	Test máximo en cinta rodante (8-12') Aumento 0,5 km/h cada min	No diferencias significativas entre fases en el VO ₂ max y pico de velocidad
Tounsi et al. (2018)	N: 11 Edad: 21,18 ± 3,15 años Jugadoras de fútbol de élite	FF temprana FF tardía FL Dos momentos del día diferentes: 7:30 y 17:30	Resistencia y potencia	The Five-Jump test The Repeated Shuttle-Sprint Ability test The Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1	No diferencias entre fases en los diferentes test (YYIRT1, RSSA y 5JT)
Smekal et al. (2007)	N:19 Edad: 26,6 ± 2 años Sanas y físicamente activas	FF y FL	Resistencia	Test incremental en cicloergómetro Carga de inicio 0,2, cada min. + 0,2	No diferencias significativas entre fases en lactato y RER ↑ del V/VO ₂ en FL en reposo, LTP1, UA y RCP ↑ del V/VCO ₂ en FL en reposo, en el LTP1, UA y en el punto máximo
Romero et al. (2019)	N: 13 Edad: 31,1 ± 5,5 años Triatletas	FF temprana FF tardía FL mitad	Fuerza y potencia	Media sentadilla en máquina Smith a máxima velocidad	No diferencias entre fases en la media y el pico de fuerza No diferencias significativas en la media y el pico de velocidad No diferencias significativas en la media y el pico de potencia

Tenan et al. (2015)	N: 9 Edad: 24,7 ± 4,5 años Físicamente activas	FF pre-ovulación (tardía) FL post-ovulación (temprana)	Fuerza	Test de fuerza máxima isométrica de extensión de rodillas durante 3"	Sig. ↓ de la contracción máxima voluntaria en mitad de la fase lútea No diferencias en el tiempo de fallo entre fases
Julian et al. (2017)	N: 9 Edad: 18,6 ± 3,8 años Jugadoras de fútbol de élite	FF temprana FL mitad	Potencia, velocidad y resistencia	CMJ, 3x30m sprints, Yo-Yo Intermittent Endurance test	No diferencias en sprints y CMJ ↑ FC pre test en FL ↑ Lactato 3' post en FF ↑ Lactato 5' post en FF
Tsmpoukos et al. (2010)	N: 14 Edad: 18-22 años Jugadora de deportes de equipo	FF Pre-ovulación FL	Velocidad y capacidad anaeróbica	2 sprints de 30" en cinta rodante con 2' de recuperación	No diferencias significativas entre fases (FF, pre-ovulación, FL) en las variables analizadas
Shaharudin et al. (2011)	N: 12 Edad: 22,4 ± 1,7 años Físicamente activas	FF y FL	Velocidad y capacidad anaeróbica	Test máximo y sub-máximo en cicloergómetro	No diferencias significativas entre fases en lactato y amonio en plasma, progesterona y MAOD
Wiecek et al. (2016)	N: 16 Edad: 21 ± 1,1 años Físicamente activas	FF y FL	Potencia, velocidad y capacidad anaeróbica	Test incremental en cicloergometro (ICET) y Test máximo de sprint en cicloergometro (MCST)	No diferencias entre FF y FL en las variables analizadas

A continuación se dividen los estudios en tres grupos diferentes en función de la capacidad física analizada:

Efectos de las fases del ciclo menstrual en la resistencia

Los cuatro estudios (Middleton & Wenger, 2006; Smekal et al., 2007; Burrows & Bird, 2005; Tounsi et al. 2018; Julian et al. (2017) compararon la respuesta en dos fases diferentes, fase folicular y fase lútea, ante un trabajo de resistencia.

Cada estudio utilizó un método de entrenamiento diferente y analizó variables diferentes. Middleton & Wenger (2006) utilizaron un método de entrenamiento de alta intensidad intermitente, puesto que en los deportes de equipo es habitual que haya picos de esfuerzo combinados con periodos de baja intensidad. En las variables analizadas tanto en la fase folicular como en la fase lútea solo encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la media de trabajo siendo mejor en la FL ($39.3 \pm 3.4 \text{ J kg}^{-1}$) que en la FF ($38.3 \pm 3.1 \text{ J kg}^{-1}$). En cuanto al pico de potencia y el tiempo al agotamiento, no hubo diferencias significativas entre fases del ciclo menstrual. Además, midieron la respuesta del VO_2 y la recuperación entre sprints. Se encontraron diferencias significativas en la recuperación siendo la media de VO_2 más alta en la FL ($26.3 \pm 2.4 \text{ mL kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) que en la FF ($25.0 \pm 2.6 \text{ mL kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$)

El estudio de Smekal et al. (2007) realizó un test incremental en cicloergómetro. No hubo diferencias significativas en la concentración de lactato, en la relación en el intercambio respiratorio (RER) analizada en reposo, en el punto máximo, en los diferentes umbrales (LTP1, LTP2 y UA) y en el punto de compensación respiratoria (RCP), entre la fase folicular y la fase lútea. Las siguientes variables (V/VO_2 y V/VCO_2) también fueron medidas en las diferentes fases y en los diferentes puntos mencionados. En cuanto al equivalente ventilatorio para el oxígeno (V/VO_2) se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la FF frente a la FL, siendo mayor en la FL en reposo, en LTP1, UA y RCP. También hubo diferencias significativas ($P < 0.01$) en el equivalente ventilatorio para el dióxido de carbono (V/VCO_2), esta diferencia se encontró en reposo, en el LTP1, UA y en el punto máximo, siendo mayor en la FL que en la FF.

El estudio de Burrows & Bird (2005) realizó un test máximo en cinta rodante de una duración de 8 a 12 minutos en la que cada minuto aumentaba la velocidad 0.5 km/h, con el objetivo de determinar el $\text{VO}_{2\text{max}}$ en velocidad y el pico de velocidad. Estas dos variables se midieron en diferentes fases del ciclo menstrual (dos menstruaciones diferentes, FF temprana, FF tardía, FL temprana, FL tardía). Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en ninguna de las variables entre fases.

Tounsi et al. (2018), realizaron el “Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYIRT1)” a jugadoras de fútbol femenino para medir la capacidad de resistencia. Se realizó el test en tres

momentos diferentes que coincidieron con las siguientes fases: FF temprana, FF tardía y FL; el mismo día el test se realizó dos veces, uno por la mañana a las 7:30 y otro por la tarde a las 17:30. No se encontraron diferencias significativas entre fases del ciclo menstrual ni entre momentos del día.

El estudio de Julian et al. (2017) observó en un grupo de jugadoras de fútbol mediante el “Yo-Yo Intermittent Endurance Test (Yo-Yo IET)” los efectos entre dos fases del ciclo menstrual: FF y FL. En cuanto al resultado del test no se apreciaron diferencias significativas entre ambas fases del ciclo menstrual. También analizaron la carga interna mediante las variables; FC pre., FC post., RPE, lactato pre., lactato post. 1 minuto, lactato post. 3 minutos y lactato post. 5 minutos. Se encontraron diferencias significativas en la FC pre., siendo mayor en la FL ($105 \pm 12 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$) que en la FF ($97 \pm 16 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$) con una diferencia significativa de $P = 0.04$. En los valores de lactato también hubo diferencias significativas ($P = 0.01$) en el post. 3 minutos del Yo-Yo IET, siendo mayor en la FF ($8.8 \pm 2.2 \text{ mmol L}^{-1}$) que en la FL ($7.6 \pm 1.6 \text{ mmol L}^{-1}$). Esto mismo ocurrió en el lactato post. 5 minutos ($P = 0.03$), se dieron valores más altos en la FF ($8.7 \pm 2.2 \text{ mmol L}^{-1}$) que en la FL ($6.9 \pm 1.9 \text{ mmol L}^{-1}$)

Efectos de las fases del ciclo menstrual en la fuerza

Las investigaciones de Romero et al. (2019), Tenan et al. (2015), Tounsi et al. (2018) y Julian et al. (2017), se centraron en ver los efectos que tienen las diferentes fases del ciclo menstrual en el rendimiento de la fuerza.

En el primer estudio (Romero et al., 2019), se realizó un test de fuerza de una repetición a máxima velocidad (1RM) en media sentadilla en una máquina Smith una semana antes del estudio. Cada participante del estudio fue sometida a una carga del 20%, 40%, 60% y 80% de 1RM. Estos autores realizaron mediciones en tres fases distintas; fase folicular temprana (menstruación), fase folicular tardía y mitad de la fase lútea. No se encontraron diferencias significativas en las variables analizadas, fuerza media/máxima, velocidad media/máxima y potencia muscular media/máxima.

Tenan et al. (2015), centraron su investigación en la fuerza máxima isométrica en el tren inferior mediante una extensión de rodillas. Se realizaron medidas en todas las fases del ciclo menstrual; FF temprana, FF tardía, fase ovulatoria, mitad de la FL y FL tardía. En cuanto a los resultados, la contracción máxima voluntaria fue significativamente más baja en la FL que en la fase FF tardía ($P = 0.011$), la fase ovulatoria ($P = 0.015$) y la FL tardía ($P = 0.004$). El tiempo de fallo no fue significativo entre ninguna de las fases.

En el estudio de Tounsi et al. (2018), quisieron observar la potencia explosiva de los miembros inferiores mediante el test de 5 saltos (5JT) en jugadoras de fútbol femenino. Se realizaron medidas en diferentes fases del ciclo menstrual (FF temprana, FF tardía y FL) y en diferentes

momentos del día (7:30 de la mañana y 17:30 de la tarde). Se encontraron diferencias significativas entre las medidas tomadas en diferentes momentos del día ($P < 0.001$), siendo mayor a la tarde que a la mañana. Entre fases del ciclo menstrual no se encontraron diferencias significativas.

Por último, Julian et al. (2017), midió la potencia del salto con el test “Counter movement jump (CMJ)” en jugadoras de fútbol femenino. Realizaron las medidas en dos fases diferentes del ciclo menstrual: FF y FL. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento del salto entre fases del ciclo menstrual.

Efectos de las fases del ciclo menstrual en la velocidad y capacidad anaeróbica

Los estudios (Tsampoukos et al., 2010; Tounsi et al., 2018; Julian et al., 2017; Shaharudin et al., 2011; Wiecek et al., 2016) observaron los efectos del ciclo menstrual en la velocidad y capacidad anaeróbica.

Tsampoukos et al. (2010) realizaron un test de repetición de sprints de 30 segundos con dos minutos de recuperación en tres fases diferentes (FF temprana, FF tardía-pre-ovulación y FL). Las variables que analizaron en las diferentes fases fueron la salida de potencia máxima, salida media de potencia, índice de fatiga por potencia, pico de velocidad, velocidad media e índice de fatiga por velocidad. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las fases del ciclo menstrual en ninguna de las variables analizadas.

Otro estudio (Tounsi et al., 2018) realizó el “The Repeated Shuttle-Sprint Ability Test (RSSA)” en jugadoras de fútbol. Realizaron las medidas del test en diferentes fases del ciclo menstrual: FF temprana, FF tardía y FL; y en diferentes momentos del día, a las 7:30 de la mañana y a las 17:30 de la tarde. En cuanto a las fases del ciclo menstrual no se obtuvieron diferencias significativas pero sí en cuanto al momento del día, resultando una menor capacidad por la mañana que por la tarde ($P < 0.001$)

Julian et al. (2017) midieron la velocidad en jugadoras de fútbol mediante un test de 3x30m. sprint. Midieron los tiempos a los 5, 10 y 30 metros de sprint. Se realizó la prueba en dos momentos diferentes del ciclo menstrual; en fase folicular y en fase lútea. No encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables medidas entre fases del ciclo menstrual.

Shaharudin et al. (2011) centraron su investigación en una prueba sub-máxima y máxima en cicloergómetro. Cuantificaron la capacidad anaeróbica como MAOD (medición del déficit máximo de oxígeno acumulado) y observaron si había diferencias entre la FF y la FL. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el lactato y amoníaco en plasma entre sprints. Los resultados de lactato en plasma en la FF fueron (SP1 8.9 mmol.L⁻¹, SP2 10.7 mmol.L⁻¹ y SP3 11.5 mmol.L⁻¹). En la FL (SP1 10.0 mmol.L⁻¹, SP2 10.4 mmol.L⁻¹ y SP3 9.8 mmol.L⁻¹). En

cuanto al amoníaco en plasma los resultados en la FF fueron (SP1 89.7 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, SP2 88.2 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ y SP3 71.7 $\mu\text{mol.L}^{-1}$). En la FL (SP1 77.6 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, SP2 70.1 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ y SP3 69.4 $\mu\text{mol.L}^{-1}$). No hubo diferencias significativas en el MAOD, duración del sprint, lactato en plasma y amoníaco en plasma entre fases del ciclo menstrual.

Por último, Wiecek et al. (2016) realizaron un test incremental en cicloergómetro donde cada dos minutos se incrementaba 0.5 W la carga. Este test fue realizado cuatro veces por las participantes del estudio, dos veces en la FF y dos veces en la FL. No hubo diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas (pico de potencia anaeróbica, potencia media anaeróbica, tiempo en alcanzar el pico de potencia anaeróbica, tiempo en mantener el pico de potencia, descenso de la potencia, concentración de lactato, concentración de iones de hidrógeno y exceso o deficiencia de las bases del tampón) entre las fases del ciclo menstrual.

DISCUSIÓN

Los deportes de equipo se caracterizan por un alto rendimiento en diferentes capacidades físicas, por lo que es necesario saber cuáles son las capacidades principales de rendimiento y como son afectadas por las condiciones biológicas de las deportistas. Investigaciones previas indican que dependiendo de la fase menstrual en la que se encuentre la deportista, el rendimiento será mejor o peor. Por tanto, el objetivo de esta revisión sistemática es investigar cuales son los efectos que tiene el ciclo menstrual en las capacidades físicas condicionantes de los deportes de equipo y qué aspectos se deberían considerar para la preparación física de las atletas.

En la revisión sistemática se incluyeron un total de 10 artículos que han investigado sobre los efectos que tienen las fases del ciclo menstrual para mujeres deportistas, tanto de deportes individuales como colectivos, en diferentes capacidades físicas: resistencia (Middleton & Wenger, 2006; Smekal et al., 2007; Burrows & Bird, 2005; Tounsi et al., 2018; Julian et al., 2017), fuerza (Romero et al., 2019; Tenan et al., 2015; Tounsi et al., 2018; Julian et al., 2017), y por último, velocidad y capacidad anaeróbica anaeróbica (Tsampoukos et al., 2010; Tounsi et al., 2018; Julian et al., 2017; Shaharudin et al., 2011; Wiecek et al., 2016).

En cuanto a los efectos de las fases del ciclo menstrual en la resistencia, Middleton & Wenger (2006), encontraron que en las series de 10 sprints de 6 segundos la media de trabajo fue significativamente mayor en FL ($39.3 \pm 3.4 \text{ J kg}^{-1}$) que en FF ($38.3 \pm 3.1 \text{ J kg}^{-1}$), y además, el VO_2 consumido durante la recuperación entre sprints también fue mejor en FL que en FF. Estos autores especulan que ambas diferencias se pueden deber a que los niveles altos de estrógeno en FL ayudan a que las reservas de ATP y la reposición de fosfágenos sean mayores (Shivaji, Devi, Ahmad & Sundaram, 1995). Recalcan la importancia de la diferencia en la media de trabajo, que a pesar de ser pequeña, tiene importancia en el rendimiento y más en los deportes de equipo. Burrows & Bird (2005), al contrario de los resultados obtenidos por Middleton & Wenger (2006),

observaron que no existen diferencias entre fases en cuanto al VO_2max , afirmando que a pesar del aumento de progesterona en FL, este aumento no altera el rendimiento en la resistencia. Smekal et al. (2007), utilizaron un test incremental y observaron que no existen diferencias en VO_2 , lactato y RER entre fases del ciclo menstrual. Sin embargo, en el V/VO_2 y en el V/VCO_2 si se vieron diferencias significativas, siendo mayor en FL que en FF en ambas variables, los autores apuntan a que se debe a la acción de la progesterona como estimulante respiratorio. En cuanto al rendimiento no lo consideran relevante ya que esta diferencia desaparece con el aumento de la carga de trabajo. Los resultados de los diferentes estudios parecen evidenciar que debido a la estabilidad del sistema cardiovascular y respiratorio a lo largo del ciclo menstrual, no se requiere ninguna compensación (Burrows & Bird, 2005). Sin embargo, Julian et al. (2017) en el test “Yo-Yo Intermittent Endurance” realizado en jugadoras de fútbol, observaron diferentes resultados entre fases, viéndose afectados por una disminución de la distancia recorrida durante la FL (3289 ± 801 m y 2822 ± 896 m en FF y FL, respectivamente). Similares resultados fueron observados por Tounsi et al. (2018), que también realizaron a jugadoras de fútbol el mismo test de campo (Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1). Aunque las diferencias no fueron claras, se puede observar que el resultado en FL ($901,82 \pm 405,31$ m datos cogidos por la mañana) fue menor que en FF ($894,55 \pm 406,46$ m datos cogidos por la mañana).

Estos mismos resultados se obtuvieron en un estudio realizado por Lebrun et al. (1995) a deportistas de fondo, donde la capacidad de resistencia máxima se veía afectada en la fase lútea. Se cree que este peor rendimiento de la resistencia en FL se puede deber al aumento de la temperatura $0,3 - 0,5^\circ \text{C}$, por los altos niveles de progesterona. El aumento de temperatura a su vez, aumenta la tensión cardiovascular (Janse de Jonge, 2003). Por último, también hay investigaciones que dicen que existe una influencia de los estrógenos y progesterona en el consumo, transporte y almacenamiento de glucosa en el organismo (Bunt, 1990; Carter et al., 2001; D'Eon & Braun, 2002; Hackney, 1999). Por tanto, los resultados de que las fases del ciclo menstrual tienen efectos en resistencia no son claros. Esto puede deberse al empleo de una metodología diferente. Aunque parece que existe una ligera tendencia en la FL de que se tiene una menor capacidad aeróbica, se necesitan más estudios relacionados con este tema para aclarar estos resultados.

Romero et al. (2019), investigaron la fuerza muscular, velocidad y potencia mediante un test de resistencia de la fuerza con carga de 20%, 40%, 60% y 80% de 1RM. Vieron que no existen diferencias en función de las fases del ciclo menstrual en mujeres eumenorreicas. Normalmente la fuerza muscular se ve incrementada durante la FF tardía y reducida en la FF temprana, sin embargo, en este estudio los resultados no son los mismos, tal y como ocurre en otros como el de Friden et al. (2003); Janse de Jonge et al. (2001); Lebrun et al. (1995); Montgomery & Shultz (2010). Estos resultados no cambian la evidencia científica de que las diferentes fases del ciclo

menstrual y sus niveles hormonales puedan tener efectos en otros aspectos de la fuerza, como la fuerza máxima o la hipertrofia (Romero et al., 2019). Por otro lado, Tenan et al. (2015), midieron la fuerza máxima voluntaria de extensión de rodilla y observaron que en mitad de la fase lútea fue menor que en el resto de las fases, siendo con la fase ovulatoria y con la fase lútea tardía con las que mayor diferencia había. Los resultados coinciden con otros estudios (Philips, Sanderson, Birch, Bruce & Woledge, 1996; Sarwar, Niclos & Rutherford, 1996). Sin embargo, en este último estudio, el descenso de la fuerza máxima voluntaria continúa durante toda la fase lútea. Los autores creen que se puede deber a que el cálculo del tiempo de las fases del ciclo menstrual se ha realizado de forma diferente. Por lo tanto, al igual que en resistencia, se necesitan más estudios que puedan clarificar los efectos de las diferentes fases en los diferentes componentes de fuerza.

Finalmente, respecto a la capacidad anaeróbica, Shaharudin et al. (2011), han visto que no existen diferencias entre las fases del ciclo menstrual cuantificándola como el déficit máximo de oxígeno acumulado (MAOD). A pesar de ser un estudio pionero en MAOD, otros estudios tampoco encontraron diferencias en cuanto a la capacidad anaeróbica (Giacomoni, Bernard, Gavarry, Altare & Falgairette, 2000; Middleton & Wenger, 2006; De Bruyn-Prevost, Masset & Sturbois, 1984; Doolittle & Engebretsen, 1972; Redman & Weatherby, 2004). Y en lo que concierne a la velocidad, Tsampoukos et al. (2010), realizó un test de velocidad en el cual las participantes realizaban sprints repetidos de 30 segundos con dos minutos de descanso pasivo, con el objetivo de ver si los niveles de progesterona y 17β -estradiol influyen en el rendimiento. Vieron que no hay efectos en la capacidad de repetir sprints cuando las concentraciones de 17β -estradiol son altas y las de progesterona bajas. Además, de acuerdo con Giacomoni et al. (2000), se cree que cuando las mujeres no tienen síntomas premenstruales no hay una alteración en el ejercicio. En este estudio, ninguna participante afirmó tener síntomas premenstruales. Wiecek et al. (2016), tampoco observaron diferencias significativas en un test máximo de sprint en cicloergómetro. Sin embargo, Janse de Jonge (2003), vio que la velocidad podría verse favorecida en la FF, este estudio realizó los test en dos ciclos menstruales diferentes y creen que los resultados pueden verse alterados debido a la metodología para calcular la fase del ciclo menstrual en la que se encuentra la participante. Por tanto, aunque la mayoría de los estudios parecen indicar que las fases del ciclo menstrual no parecen tener efecto en actividades de corta duración como son los sprints de 30 segundos, sería interesante tener en cuenta la metodología para calcular la fase del ciclo menstrual ya que de esta variable podría influir en los resultados.

CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática destaca la variabilidad de resultados obtenidos en la búsqueda de los efectos que tienen las diferentes fases del ciclo menstrual en las capacidades físicas que condicionan el rendimiento en deportes de equipo. Se sabe que el mantenimiento de altos niveles en estas capacidades físicas durante todo el ciclo menstrual es importante para conseguir el éxito. Es difícil sacar conclusiones claras, en cuatro estudios de esta revisión sistemática se pueden apreciar diferencias significativas entre FF y FL, sin embargo, estas diferencias no siempre son favorables en una fase frente a la otra, en parte por la metodología utilizada para calcular la fase de ciclo menstrual. Por tanto, se trata de un tema de investigación complicado de generalizar, hay que tener en cuenta en todo momento el principio de individualización con estas deportistas. Existen muchas variables que van a determinar el rendimiento de cada una de nuestras jugadoras, por esta razón es preciso conocer cuáles son los cambios que se pueden dar en función de la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren. Visto que en las variables objetivas no hay una evidencia científica clara de cuáles son los efectos del ciclo menstrual, deberemos conocer y atender como afecta el ciclo menstrual en el ámbito psicológico y a cada una de nuestras jugadoras de forma individual. En conclusión, es necesaria mayor investigación y de mayor calidad para evidenciar unas diferencias claras en el rendimiento de las capacidades físicas que afectan a los deportes de equipo en función de las fases del ciclo menstrual.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El objeto de este trabajo se trata de un ámbito con gran información e investigación al respecto. Sin embargo, esta investigación actualmente está centrada básicamente en el rendimiento de deportistas de deportes individuales. En cuanto a los deportes de equipo, para esta revisión únicamente se han podido incluir dos artículos destinados exclusivamente a jugadoras de deportes de equipo, específicamente de fútbol femenino. Esta escasa información y la pequeña muestra de participantes en los estudios escogidos, no permite sacar conclusiones claras de los resultados obtenidos. Los criterios de selección de estudios para la revisión sistemática, quizás hayan sido excesivamente rigurosos lo que nos lleva a una menor amplitud de investigaciones sobre el tema en cuestión. A pesar de haber querido centrar la búsqueda bibliográfica solo en estudios realizados en atletas de deportes de equipo, finalmente se tuvo que ampliar también a atletas de deportes individuales e incluso a mujeres físicamente activas. De esta manera, puede que los resultados de la revisión sistemática se estén viendo perjudicados por la heterogeneidad de la muestra de los artículos escogidos.

Otra limitación de este ámbito de estudio es la heterogeneidad de la metodología utilizada para calcular las fases del ciclo menstrual, varios estudios han sido excluidos de esta revisión porque su metodología empelada no estaba aceptada por nuestros criterios de inclusión. Actualmente, se está intentando que todos los estudios relacionados con este objeto de investigación se realicen

con la misma metodología. Existe una revisión sistemática (Janse de Jonge, Thompson & Han, 2019), que pretende dar ciertas recomendaciones metodológicas para la investigación del ciclo menstrual en las ciencias de la actividad física y de la medicina deportiva, sin embargo, aún existe mucho trabajo por hacer para que haya mayor investigación y que dicha investigación sea de calidad.

REFERENCIAS

- Bunt, J. C. (1990). Metabolic actions of estradiol: significance for acute and chronic exercise responses. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(3), 286-290.
- Burrows, M., & Bird, S. R. (2005). Velocity at VO₂max and peak treadmill velocity are not influenced within or across the phases of the menstrual cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 93(5-6), 575-580. 10.1007/s00421-004-1272-5
- Bushman, B., Masterson, G., & Nelsen, J. (2006). Anaerobic power performance and the menstrual cycle: eumenorrheic and oral contraceptive users. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 132-137.
- Carter, S., McKenzie, S., Mourtzakis, M., Mahoney, D. J., & Tarnopolsky, M. A. (2001). Short-term 17beta-estradiol decreases glucose R(a) but not whole body metabolism during endurance exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 90(1), 139-146. 10.1152/jappl.2001.90.1.139
- D'Eon, T., & Braun, B. (2002). The roles of estrogen and progesterone in regulating carbohydrate and fat utilization at rest and during exercise. *Journal of Women's Health & Gender-Based Medicine*, 11(3), 225-237. 10.1089/152460902753668439
- Da Silva, F. C., Arancibia, B. A. V., Da Rosa, R., Barbosa P. J., & Da Silva, R. (2013). Escalas y listas de evaluación de la calidad de estudios científicos. *Revista Cubana De Información En Ciencias De La Salud*, 24(3), 295-312. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6459330>
- De Bruyn-Prevost, P., Masset, C., & Sturbois, X. (1984). Physiological response from 18-25 years women to aerobic and anaerobic physical fitness tests at different periods during the menstrual cycle. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 24(2), 144-148.
- Doolittle, T. L., & Engebretsen, J. (1972). Performance variations during the menstrual cycle. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 12(1), 54-58.

- Fridén, C., Hirschberg, A. L., & Saartok, T. (2003). Muscle strength and endurance do not significantly vary across 3 phases of the menstrual cycle in moderately active premenopausal women. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 13(4), 238-241. 10.1097/00042752-200307000-00007
- Gamble, P. (2006). Periodization of Training for Team Sports Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 28(5), 56-71. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2211147>
- Giacomoni, M., Bernard, T., Gavarry, O., Altare, S., & Falgairette, G. (2000). Influence of the menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 486-492. 10.1097/00005768-200002000-00034
- Hackney, A. C. (1999). Influence of oestrogen on muscle glycogen utilization during exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 167(3), 273-274. 10.1046/j.1365-201x.1999.00605.x
- Janse de Jonge, X. A., Boot, C. R., Thom, J. M., Ruell, P. A., & Thompson, M. W. (2001). The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans. *The Journal of Physiology*, 530(Pt 1), 161-166. 10.1111/j.1469-7793.2001.0161m.x
- Janse de Jonge, Xanne A. K. (2003). Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(11), 833-851. 10.2165/00007256-200333110-00004
- Janse DE Jonge, X., Thompson, B., & Han, A. (2019). Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(12), 2610-2617. 10.1249/MSS.0000000000002073

- Julian, R., Hecksteden, A., Fullagar, H. H. K., & Meyer, T. (2017). The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PloS One*, *12*(3), e0173951. 10.1371/journal.pone.0173951
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). Guidelines for critical review of the literature: quantitative studies. *Hamilton: McMaster University*,
- Lebrun, C. M., McKenzie, D. C., Prior, J. C., & Taunton, J. E. (1995). Effects of menstrual cycle phase on athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *27*(3), 437-444.
- Lorenzo, E., Nieto, O., Asenjo, M., & Molina, M. (2006). Ginecología y Obstetricia. Manual AMIR. *Ciclo Genital Femenino* (3ª ed.) (pp 45-47). Madrid: Academia de estudios MIR S.L.
- Middleton, L. E., & Wenger, H. A. (2006). Effects of menstrual phase on performance and recovery in intense intermittent activity. *European Journal of Applied Physiology*, *96*(1), 53-58. 10.1007/s00421-005-0073-9
- Miscec, C. M., Potteiger, J. A., Nau, K. L., & Zebas, C. J. (1997). Do Varying Environmental and Menstrual Cycle Conditions Affect Anaerobic Power Output in Female Athletes? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *11*(4), 219–223. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1997/11000/do_varying_environmental_and_menstrual_cycle.3.aspx
- Montgomery, M. M., & Shultz, S. J. (2010). Isometric knee-extension and knee-flexion torque production during early follicular and postovulatory phases in recreationally active women. *Journal of Athletic Training*, *45*(6), 586-593. 10.4085/1062-6050-45.6.586
- Moore, K. L., & Persaud, T.V.N. (1999). *Embriología Clínica*. (6ª ed.). México: Interamericana Mc Graw-Hill.

- Phillips, S. K., Sanderson, A. G., Birch, K., Bruce, S. A., & Woledge, R. C. (1996). Changes in maximal voluntary force of human adductor pollicis muscle during the menstrual cycle. *The Journal of physiology*, 496(2), 551-557.
- Ramírez, A. (2014). *Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=44394>
- Redman, L. M., & Weatherby, R. P. (2004). Measuring performance during the menstrual cycle: a model using oral contraceptives. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 130-136. 10.1249/01.MSS.0000106181.52102.99
- Richardson, W. S., Wilson, M. C., Nishikawa, J., & Hayward, R. S. (1995). The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *Acp j club*, 123(3), A12-A13.
- Romero-Moraleda, B., Coso, J. D., Gutiérrez-Hellín, J., Ruiz-Moreno, C., Grgic, J., & Lara, B. (2019). The Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Strength and Power Performance. *Journal of Human Kinetics*, 68, 123-133. 10.2478/hukin-2019-0061
- Sarwar, R., Niclos, B. B., & Rutherford, O. M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *The Journal of Physiology*, 493 (Pt 1), 267-272. 10.1113/jphysiol.1996.sp021381
- Shaharudin, S., Ghosh, A. K., & Ismail, A. A. (2011). Anaerobic capacity of physically active eumenorrheic females at mid-luteal and mid-follicular phases of ovarian cycle. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(4), 576-582.
- Shivaji, S., Devi L., Ahmad M., & Sunsaram C. (1995). 31P NMR study of phosphorus containing metabolites in the uterus of hamster: changes during the estrous cycle and the effect of hormonal manipulation. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 52(6), 587-594. 10.1016/0960-0760(95)00010-w

- Simancas, D., Tarupi Wilmer, & Hidalgo, R. (2012). Medicina Basada en la Evidencia. Estrategia PICOT para construir preguntas clínicas en oncología. *Revista De Oncologia Ecuador*, 22(2), 59-66.
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Frigo, P., Tegelhofer, T., Pokan, R., Hofmann, P., Tschan, H., Baron, R., Wonisch, M., Renezeder, K., & Bachl, N. (2007). Menstrual cycle: no effect on exercise cardiorespiratory variables or blood lactate concentration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(7), 1098-1106. 10.1249/mss.0b013e31805371e7
- Tenan, M. S., Hackney, A. C., & Griffin, L. (2015). Maximal force and tremor changes across the menstrual cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 153-160. 10.1007/s00421-015-3258-x
- Thabane, L., Thomas, T., Ye, C., & Paul, J. (2009). Posing the research question: not so simple. *Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien D'Anesthesie*, 56(1), 71-79. 10.1007/s12630-008-9007-4
- Thompson, B., Almarjawi, A., Sculley, D., & Janse de Jonge, X. (2020). The Effect of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Acute Responses and Chronic Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review of the Literature. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(1), 171-185. 10.1007/s40279-019-01219-1
- Tounsi, M., Jaafar, H., Aloui, A., & Souissi, N. (2018). Soccer-related performance in eumenorrheic Tunisian high-level soccer players: effects of menstrual cycle phase and moment of day. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(4), 497-502. 10.23736/S0022-4707.17.06958-4
- Tsampoukos, A., Peckham, E. A., James, R., & Nevill, M. E. (2010). Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 659-667. 10.1007/s00421-010-1384-z

Wells, C. (1992). *Mujeres, Deporte y Rendimiento (perspectiva fisiológica)* vol. 2. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Wiecek, M., Szymura, J., Maciejczyk, M., Cempla, J., & Szygula, Z. (2016). Effect of sex and menstrual cycle in women on starting speed, anaerobic endurance and muscle power. *Physiology International*, *103*(1), 127-132. 10.1556/036.103.2016.1.13