



Centre universitari adscrit a la



**Universitat
Pompeu Fabra**
Barcelona

TRABAJO FINAL DEL MÁSTER EN ENTRENAMIENTO PERSONAL Y
READAPTACIÓN FÍSICO-DEPORTIVA

Alumno: Miquel Sánchez Rodríguez

Tutora: Mónica Morral Yepes

Influencia de las fases del ciclo menstrual en la fatiga inducida por el ejercicio en jóvenes jugadoras de básquet

Resumen

El ciclo menstrual puede influir en variables fisiológicas y de rendimiento deportivo. Este estudio investiga cómo las diferentes fases del ciclo afectan el bienestar, la fatiga cognitiva y el rendimiento en jóvenes jugadoras de baloncesto (U18). Durante 7 semanas, se evaluó a 12 jugadoras con 2 tomas de datos semanales midiendo bienestar, fatiga cognitiva mediante el Stroop Test y un formulario de percepción de fatiga cognitiva, rendimiento en el CMJ y carga de entrenamiento (Workload), considerando duración y RPE. No se encontraron diferencias significativas en bienestar y fatiga cognitiva entre fases, aunque las medias fueron mayores en la fase inicial. El CMJ tampoco mostró variaciones significativas. La carga de entrenamiento fue mayor en la fase 1 (menstruación y folicular temprana) respecto a la fase 2 (folicular media y tardía), principalmente por una mayor duración de los entrenamientos. Los resultados sugieren que las fluctuaciones hormonales no impactan significativamente en las variables estudiadas, y que la mayor carga en la fase 1 podría ser debido a un aumento casual del volumen de entrenamiento en esas fases. Por ello, la necesidad de realizar futuros estudios con un aumento de la muestra y un aumento del tiempo de recogida de datos, teniendo en cuenta también la variabilidad individual y la utilización de métodos más precisos para monitorear el ciclo menstrual en futuras investigaciones.

Palabras clave: Carga de entrenamiento, menstruación, rendimiento físico y rendimiento cognitivo.

Influence of menstrual cycle phases on exercise-induced fatigue in young female basketball players

Summary

The menstrual cycle can influence physiological variables and sports performance. This study investigates how different phases of the cycle affect well-being, cognitive fatigue, and performance in young female basketball players (U18). Over 7 weeks, 12 players were evaluated with 2 data collection points per week, measuring well-being, cognitive fatigue with the Stroop Test and a cognitive fatigue perception questionnaire, performance in the CMJ, and training load (Workload), considering duration and RPE. No significant differences were found in well-being and cognitive fatigue between phases, although averages were higher in the initial phase. CMJ performance also showed no significant variations. Training load was higher in phase 1 (menstruation and early follicular phase) compared to phase 2 (mid and late follicular phase), mainly due to longer training sessions. The results suggest that hormonal fluctuations do not significantly impact the studied variables, and the higher load in phase 1 could be due to a random increase in training volume during those phases. Therefore, there is a need for future studies with a larger sample size and longer data collection periods, also considering individual variability and using more precise methods to monitor the menstrual cycle in future research.

Keywords: Training load, menstruation, physical performance, cognitive performance.

Introducción

El baloncesto es un deporte de equipo intermitente que exige la capacidad de realizar sprints repetidos, saltos y carreras de alta intensidad ¹. El metabolismo principal de este deporte tiene su base en el sistema aeróbico, aunque las acciones más determinantes son acciones repetidas de alta intensidad que implican al sistema anaeróbico ². El sistema aeróbico, a través de la capacidad aeróbica, tiene la función de recuperar el sistema tras los esfuerzos de alta intensidad ³, y a su vez, el rendimiento en las acciones de alta intensidad se ha descrito como el más importante en el resultado final ⁴. Por lo tanto, estos son aspectos a tener en cuenta para optimizar el rendimiento de las jugadoras en competición.

El rendimiento en el baloncesto femenino puede estar influenciado por el ciclo menstrual (CM) de las deportistas, ya que este causa cambios en el funcionamiento fisiológico femenino ⁵. El ciclo menstrual viene marcado por la fluctuación de hormonas sexuales femeninas que son la progesterona y los estrógenos ⁵⁻⁷. La progesterona actúa como inhibidor de la excitabilidad cortical, y esto da como resultado una relación negativa con la producción de fuerza; y los estrógenos tienen un efecto neuro excitatorio, que da como resultado una relación positiva con la producción de fuerza ⁸.

Las fluctuaciones de hormonas sexuales femeninas son las que marcan la diferenciación de las fases del ciclo menstrual, con diferentes clasificaciones según los autores que generan discrepancia entre los resultados obtenidos ⁷. A grandes rasgos, los autores siempre coinciden en las tres grandes fases: Menstruación, fase Folicular y Lútea, pero discrepan en las subfases ⁶⁻¹⁰. Para este estudio se utilizará la clasificación de McNulty

et al. (2020) ⁹, complementada con Allen et al. (2016)⁶. Estos dividen el ciclo en: Menstruación (1-4), Fase folicular temprana (días 4-5), Fase folicular media (días 5-7), fase folicular tardía (8-12) Ovulación (13-15), lútea temprana (16-20), lútea media (21-23) y lútea tardía (24-28). Para este estudio hablaremos de 4 fases: Fase 1 (Menstruación y Folicular temprana), Fase 2 (Folicular media y tardía), Fase 3 (Ovulación y Lútea temprana) y Fase 4 (Lútea media y tardía)

Según Allen et al. (2016), el primer día del ciclo ovárico se define por el inicio del flujo sanguíneo (menstruación), y ésta también marca el comienzo de la fase folicular. Aproximadamente a la mitad del ciclo se produce la ovulación, la cual marca el inicio de la fase lútea. Estos procesos están marcados por los cambios de las hormonas sexuales (estrógenos y progesterona), que siguen el siguiente comportamiento: en la primera fase hay bajos niveles de estrógenos y progesterona, que sería la fase de menstruación y la fase folicular temprana. En segundo lugar, hay una fluctuación hormonal con un aumento de los estrógenos y con unos niveles bajos de progesterona, siendo ésta la fase folicular tardía. Un tercer cambio hormonal que aparece con la ovulación es donde encontramos una caída de los estrógenos que darán paso a un cambio de tendencia en el inicio de la fase lútea temprana. Por último, dentro de este ciclo encontraremos un pico de progesterona y estrógenos, siendo mayor la concentración de progesterona. Esta fase es la llamada fase lútea media y tardía, la cual irá disminuyendo sus niveles para enlazar con esa primera fase de ambos niveles bajos ⁶ (Anexo 1).

Esta fluctuación de hormonas tienen un papel importante en una amplia gama de respuestas biológicas y conductuales, como podrían ser: la respuesta al estrés, la

neurotransmisión y el estado de ánimo ⁶, provocando afectaciones en el rendimiento percibido de las deportistas. La fase donde se reporta una mayor sensación de disminución del rendimiento debido al aumento de fatiga se encuentra en la fase folicular temprana y lútea tardía. Esta fatiga y el dolor que sienten las atletas se asocia al síndrome pre menstrual y la menstruación que se producen en esas dos fases ^{8,11}

El concepto de fatiga se puede definir como una disminución en el rendimiento físico asociada con un aumento en la dificultad real o percibida de llevar a cabo una tarea, movimiento o la incapacidad de los músculos para mantener un cierto nivel de fuerza durante el ejercicio ¹². Sin embargo, la fatiga cognitiva, desde el punto de vista subjetivo, se ha descrito como un aumento de la sensación de cansancio, falta de energía y disminución de la motivación ¹³. Esto lleva asociado una disminución específica del rendimiento ¹⁴.

Es importante conocer y controlar la fatiga, ya que el deterioro de la propiocepción como resultado de la fatiga física o cognitiva puede aumentar el riesgo de sufrir una lesión ligamentosa ¹². Este control de la fatiga va íntimamente relacionado con el control de cargas de entrenamiento, ya que la mayor incidencia de lesiones se produce cuando las cargas de entrenamiento son más elevadas ¹⁵. Por ello este estudio utiliza herramientas accesibles de bajo coste para facilitar su implementación en el contexto deportivo del baloncesto femenino.

Hipótesis y Objetivos:

Hipótesis

La fase de ovulación y la fase lútea tardía se asociarán con una disminución del rendimiento y un aumento de la fatiga percibida, tanto física como cognitiva provocando en esas fases mayores resultados de fatiga en el formulario de bienestar, en el formulario de fatiga cognitiva y en la sensación de esfuerzo percibido (RPE), por lo que respecta al rendimiento se espera encontrar una disminución de altura del salto vertical en estas fases.

Objetivos

Objetivo general:

El objetivo de este estudio fue comprobar la influencia de las diferentes fases del ciclo menstrual sobre la fatiga física, cognitiva y el rendimiento físico en jóvenes jugadoras de baloncesto.

Objetivos específicos:

- Comprobar la influencia de las diferentes fases del ciclo menstrual sobre la fatiga física, medida mediante Formularios de Bienestar y Percepción de esfuerzo subjetiva (RPE) en jóvenes jugadoras de baloncesto.
- Comprobar la influencia de las diferentes fases del ciclo menstrual sobre la fatiga cognitiva, medida mediante el test de Stroop y Escalas de percepción subjetiva de fatiga cognitiva en jóvenes jugadoras de baloncesto.
- Comprobar la influencia de las diferentes fases del ciclo menstrual sobre el rendimiento físico mediante la medición de la altura del salto en un CMJ, en jugadoras jóvenes de baloncesto en jóvenes jugadoras de baloncesto.

Material y Método

Diseño del estudio

Se realizará un estudio analítico, observacional de dirección causa efecto, es decir, un diseño de estudio de cohortes retrospectivo. Donde la variable independiente será el Ciclo menstrual (CM) y todo el resto de variables actuarán como variables dependientes de ésta.

Participantes

Para este estudio se seleccionaron 13 jugadoras jóvenes (17 ± 1 años) de baloncesto de un mismo equipo de la categoría U18 de nivel preferente (según FCBQ). Las participantes realizaban un total de 3 entrenamientos semanales más un partido por semana. Se tendrán en cuenta todas aquellas jugadoras que hagan el autorregistro de un mínimo de un ciclo menstrual. Quedarán excluidas todas aquellas jugadoras que utilicen anticonceptivos para regular el CM.

Procedimiento

La toma de datos se realizará en dos de los tres entrenamientos semanales que realiza el equipo, siguiendo siempre un protocolo de toma de datos igual. Como primera toma de datos previa al entrenamiento realizarán un autorregistro del Ciclo Menstrual a través de Google Forms. Este mismo Google Forms incluirá dos apartados más que serán Formulario de Wellnes con 4 variables (sueño, fatiga, dolor muscular y estrés) y un formulario de registro de fatiga cognitiva. Posteriormente, previo a la activación, se realizará el test de Stroop con la App de iOS Stroop test, en una Tablet Ipad 9ª Generación para medir la velocidad de reacción y con ello la fatiga cognitiva. Tras esta recogida de resultados, se procede a una activación estandarizada y replicada en cada

una de las sesiones que consiste en movilidad articular para pasar a la recogida de datos a través del Salto vertical Contramouvement Jump (CMJ), como medida de rendimiento. Por último, una vez acabado el entrenamiento se recogerá la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) con la escala CR10 como variable de fatiga física. Ésta, en su posterior análisis, se utilizará como medida de carga interna, que multiplicada por la carga externa (duración del entrenamiento), darán lugar a la variable *Workload*. A continuación, podemos ver un resumen de este procedimiento (Figura 1).

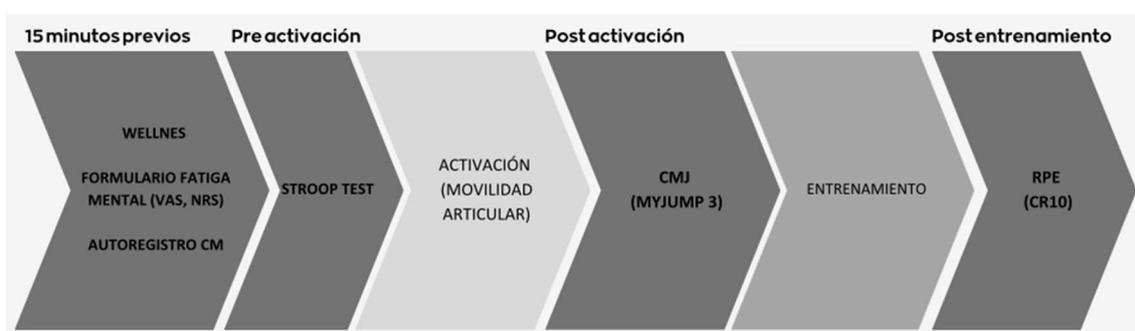


Figura 1: Cronograma de la recogida de datos diaria

Monitorización del ciclo menstrual

El ciclo menstrual será la variable independiente del estudio. Por ello, se han simplificado las fases del ciclo menstrual en 4 fases que agrupan diversas fases de la clasificación de McNulty et al. (2020)⁹ y Allen et al. (2016). A cada una de estas 4 fases se le ha dado un % respecto al ciclo menstrual de 28 días de Allen et al. (2016)⁶ (Tabla 1).

Número de fase	Nombre de la fase	Día según un ciclo de 28 días	Día en % para la individualización
1	Menstruación + Folicular temprana	1-5	3,6% - 17,9%
2	Folicular media + Folicular tardía	6-12	21,4% - 42,9%
3	Ovulación + Lútea temprana	13-20	46,4% - 71,4%

4	Lútea media + Lútea tardía	21-28	75% -100%
---	----------------------------	-------	-----------

Tabla 1: Agrupaciones de fases del ciclo menstrual, por fases, días y porcentajes. Adaptado de Allen et al (2016) ⁶

El registro del ciclo menstrual se realizará a través de un autoinforme rellenando un cuestionario de Google Forms en el primer día de sangrado y el último. De esta forma se registrará fecha de inicio, fecha de finalización y dolor durante el periodo de sangrado.

Esta información se analizará con carácter retrospectivo para conocer el número de ciclos registrados durante el periodo del estudio, su duración y conocer en qué fase del ciclo se encuentra la deportista los días de toma de datos. Con la información de la fecha de inicio y fin de cada ciclo, se individualizará cada uno de ellos según el número de días de duración equiparándolo al ciclo de 28 días de Allen ⁶ con los porcentajes obtenidos para cada una de las fases. Por ejemplo, una jugadora que tiene un CM de 32 días, se multiplicaría estos días por cada uno de los porcentajes que definen cada una de las fases y que aparecen en la tabla. En este caso, quedaría como: Fase 1 (1-6), Fase 2 (7-14), Fase 3 (15-23), Fase 4 (24-32). Siendo 1 el día de inicio de sangrado y a partir de esta fecha se sumarán días.

Variable de rendimiento

Test de salto

Como variable de rendimiento, analizaremos la altura del salto vertical. Esto lo analizaremos con el test de salto Counter Movement Jump (CMJ), que consiste realizar un salto vertical con un contra movimiento de descenso previo sin utilizar la ayuda de los brazos, colocando estos en la cintura ¹⁶.

El protocolo estandarizado a seguir es el siguiente: utilizando un teléfono móvil iPhone 14 grabaremos el salto con una frecuencia de grabación de 240FPS, en el plano frontal a 1,5 m de distancia de los pies de la deportista, y sólo enfocando a estos. Previo a la grabación del salto, se realizará un calentamiento de movilidad articular (5') y un primer salto de prueba que no será grabado.

Posteriormente, se analizará a través de la App móvil MyJump 3, para obtener el tiempo de vuelo, siendo el momento de despegue cuando los dos pies pierden contacto con el suelo y el aterrizaje cuando al menos uno de los dos pies toma contacto con el suelo ¹⁷. Se registrará la altura del salto como variable a analizar en el estudio.

Variables de fatiga física:

Formulario Wellness

Las deportistas tendrán que rellenar un Formulario Wellness ¹⁸ 15 minutos antes del inicio del entrenamiento. Este formulario será un formulario online a través de Google Forms. Éste valora en una escala del 1 al 7 cuatro variables que son: sueño, fatiga física, estrés y dolor muscular. Dentro de esta escala, los números de menos valor indican mejores resultados a nivel de bienestar y los de mayor valor peores.

Percepción de esfuerzo subjetiva

La percepción de esfuerzo subjetiva (RPE) se recogerá 15 minutos después de la finalización de la sesión de entrenamiento, a través de un formulario online mediante Google Forms. Utilizando la escala CR10 validada por Borg (1982) ¹⁹, valorando del 1 al

10 en nivel de extenuación al acabar la actividad, donde 1 sería la mínima extenuación y 10 la máxima extenuación ¹⁹.

Workload

La variable Workload es una variable de carga de entrenamiento que se basa en multiplicar una variable de carga externa con otra de carga interna para obtener unas unidades de carga de entrenamiento totales. En este caso, la variable Workload se obtendrá de la multiplicación de la duración del entrenamiento en minutos por el RPE respecto a la escala CR10.

Variable de fatiga cognitiva:

Stroop test

El Stroop test es un test validado que tiene relación con la fatiga cognitiva ²⁰. Este test consiste en discriminar el color en el que está escrita la palabra (que en este caso la palabra hace referencia al nombre de un color) y pulsar la opción adecuada entre tres posibles colores. Por ejemplo: aparece un texto de color rojo que muestra la palabra azul, dentro de las 3 opciones tenemos la palabra azul, rojo y verde ; en este caso la correcta sería rojo.

Para su valoración se utilizará la App Stroop Test para IOS. El protocolo para su realización será poner a la deportista sentada en un lugar aislado y tranquilo para que el ambiente no condicione sus resultados. La realización del test consiste en un primer intento de 10 estímulos que sirven como prueba, los cuales no quedan registrado, seguidamente de dos intentos de 10 estímulos cada uno, que sirven para registro. Estos dos intentos

valoran el tiempo de reacción en realizar 10 estímulos. De estos dos intentos se saca el promedio de tiempo de reacción de ambos intentos.

Percepción subjetiva de fatiga cognitiva:

Para obtener resultados de la percepción subjetiva de fatiga cognitiva utilizaremos un único cuestionario formado por la mezcla de dos escalas: Visual Analogue Scale (VAS) y la Numerical Rating Scale (NRS) ^{14,21}. En el cuestionario que las deportistas encontrarán el Google Forms habrá una escala del (0-10) numérica y visual donde la derecha querrá decir “agotada mentalmente” y a la izquierda “nada agotada mentalmente”.

Consideraciones éticas

Para garantizar el cumplimiento ético, se presentó la propuesta de intervención y los documentos de Información al Participante y Consentimiento Informado al Comité de Ética de la Escuela Superior de Ciencias de la Salud de TecnoCampus (Anexo 2) obteniendo su validación para su ejecución. Las participantes fueron informadas y firmaron el Consentimiento Informado antes de participar. En caso de ser menores fueron los tutores legales los encargados de dar su autorización para la participación.

Se informó a las participantes de su derecho a poder retirarse del estudio en cualquier momento sin consecuencias. El estudio siguió con los principios de la Declaración de Helsinki y el Código Deontológico del Colegio de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Cataluña. Se garantizará la confidencialidad según la Ley Orgánica 3/2018 y el RGPD. Los datos fueron almacenados en Google Drive y se pseudonimizaron para su tratamiento.

Para ejercer derechos sobre sus datos, las participantes tendrán un correo de contacto directo del investigador. Adicionalmente, se pedirá autorización para el uso de imágenes y vídeos con fines de investigación.

Análisis estadístico empleado

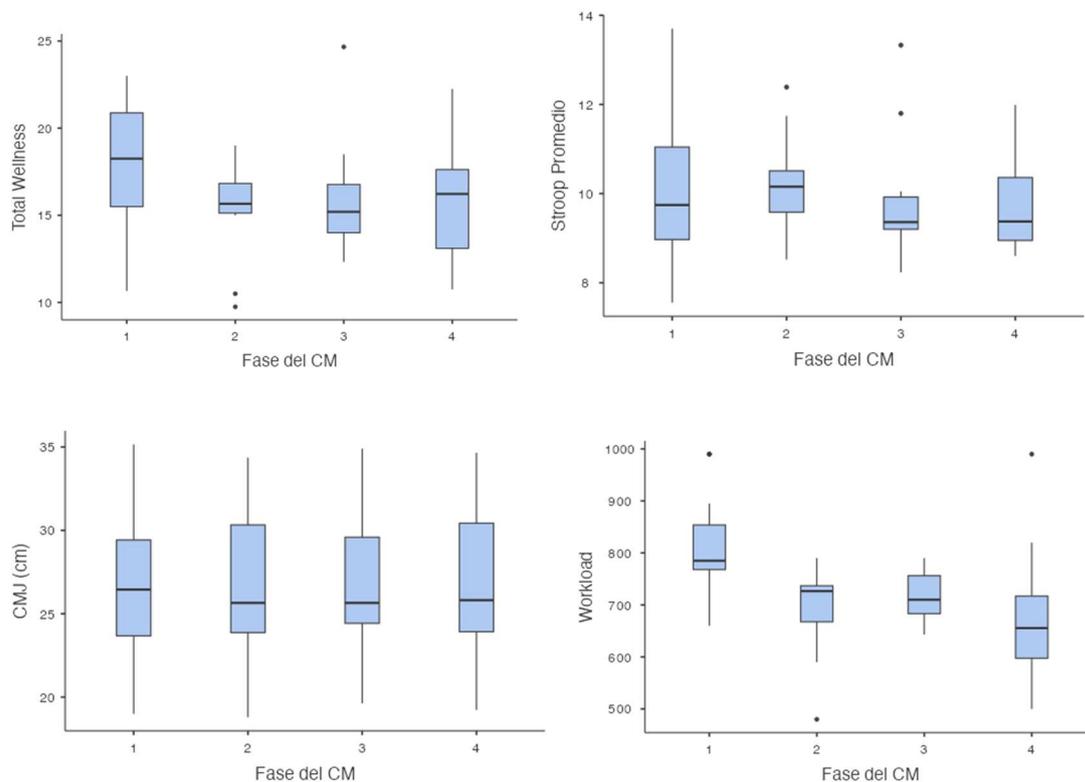
Tras la recogida de datos, se extrae una base de datos con los promedios de cada una de las variables según la fase del ciclo menstrual para cada una de las participantes. Esta base de datos será en la cual se aplicarán los procesos estadísticos. Tras la realización de la prueba de Saphiro-Wilk para comprobar si las variables son normales, obtenemos que las variables Estrés, Fatiga, Total Wellnes, Fatiga cognitiva y CMJ son variables normales ($p > 0.05$), y que las variables Sueño, Dolor, Stroop promedio, Stroop fallos, Duración, RPE y Workload son variables no normales ($p < 0.05$). Por lo tanto, se utilizarán pruebas diferentes para cada grupo de variables. Respecto a las correlaciones, para las variables normales se utilizará la Correlación de Pearson, y para las variables no normales se utilizará la Correlación de Spearman. Se realizará la prueba de ANOVA de un factor para encontrar si hay diferencias significativas entre grupos, realizando ANOVA de Fisher para las variables normales, y para las no normales el ANOVA de Welch. Finalmente, para conocer entre qué fases se encuentran las diferencias significativas, realizaremos pruebas Post Hock de Tukey para las variables normales y Games-Howell para las no normales.

Resultados

Posteriormente del análisis del estudio retrospectivo del ciclo menstrual, obtenemos que el CM de las deportistas ha tenido un promedio de 32,87 ($\pm 19,13$) días.

Tras la recogida de datos se obtiene una $N = 46 \pm 2$ de cada una de las variables de estudio, con una distribución homogénea respecto a la variable independiente, $N = 12 \pm 2$.

De las variables principales del estudio: Total Wellness, Stroop promedio, Workload, CMJ, Fatiga cognitiva, observamos que en las variables CMJ y Stroop promedio no se encuentran diferencias significativas entre fases del ciclo menstrual. Para el resto de las variables principales podemos observar datos promedio mayores en Fase 1, pero sin mostrar diferencias significativas, a excepción de la variable de Workload (Figura 2).



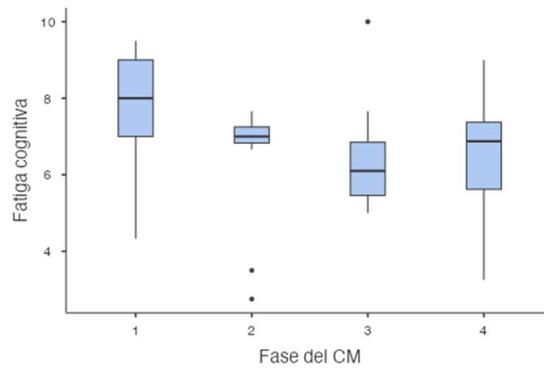


Figura 2: Grafico descriptivo de Promedio, Desviación Estándar, máximos y mínimos para las variables Total Wellness, Stroop promedio, Workload, CMJ, Fatiga cognitiva.

A continuación se detallan también los resultados en promedios, desviaciones estándar y máximos y mínimos de las otras variables complementarias estudiadas como las variables de sueño, estrés, fatiga y dolor muscular que componen el Wellness; la Duración y el RPE que componen el *Workload*; y los fallos en el Stroop extraídos de la prueba de stroop como variable complementaria (Tabla 2).

Descriptivas						
	Fase del CM	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
Sueño	1	11	4.61	1.033	3.00	6.00
	2	11	4.24	1.066	3.00	7.00
	3	12	4.17	0.943	3.20	6.30
	4	12	3.70	0.784	2.75	5.25
Estrés	1	11	5.38	1.231	2.66	6.50
	2	11	4.80	0.975	3.25	7.00
	3	12	4.49	1.074	3.00	7.00
	4	12	4.65	1.188	2.75	6.25
Fatiga	1	11	4.21	1.348	2.33	6.25
	2	11	3.24	1.167	1.00	5.00
	3	12	4.05	1.115	2.00	6.00
	4	12	4.00	1.011	2.75	6.00
Dolor	1	11	3.54	1.506	1.00	5.00
	2	11	2.97	1.317	1.00	4.33
	3	12	3.23	1.128	2.00	5.33
	4	12	3.37	1.251	1.25	5.00
Stroop fallos	1	11	1.33	1.113	0.00	4.00
	2	12	1.35	1.324	0.00	5.25
	3	12	1.08	0.872	0.00	3.00

Descriptivas						
	Fase del CM	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
	4	11	1.02	1.046	0.00	3.66
Duración	1	11	106.36	3.931	100.00	110.00
	2	12	99.93	7.683	80.00	110.00
	3	12	101.65	3.375	96.66	106.66
	4	12	100.21	5.506	93.33	110.00
RPE	1	11	7.63	0.917	6.00	9.00
	2	12	6.86	0.423	6.00	7.50
	3	12	6.97	0.404	6.33	7.50
	4	12	6.64	0.995	5.33	9.00

Tabla 2: N, Media, Desviación estándar, Mínimo, Máximo para las variables Sueño, Estrés, Fatiga, Dolor, Stroop fallos, Duración, RPE.

Las variables Fatiga, CMJ y Dolor tienen una correlación muy débil ($R = 0.0 - 0.1$) y no significativas ($p > 0.05$). Para las variables Total Wellnes, Stroop promedio, Stroop fallos se encontraron correlaciones débiles ($R = 0.1 - 0.2$) y no significativas ($p > 0.05$), así como las variables de Estrés y Fatiga cognitiva también tienen una correlación débil ($R = 0.2 - 0.3$) y no significativas ($p > 0.05$). La variable Sueño y Duración mostraron una correlación moderada ($R = 0.3 - 0.4$) y significativas ($p < 0.05$). Las que también mostraron una correlación moderada con mayor r que las anteriores fueron RPE y Workload ($R = 0.4 - 0.5$) y siendo significativas ($p < 0.05$). Por lo tanto las variables que muestran una correlación moderada ($R = + 0.3$) y significativas ($p < 0.05$) son Sueño, Duración, RPE y Workload respecto a la variable independiente que es la fase del ciclo menstrual.

En la aplicación de la prueba de ANOVA de un Factor, únicamente encontramos diferencias significativas ($p < .05$) para las variables de Duración y Workload. Por lo tanto, esto indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre una o más fases del

ciclo menstrual. Hay que tener en cuenta que la duración es una de las dos variables que forman Workload junto al RPE.

La realización de las pruebas Post-Hoc para conocer entre qué fases del CM se encuentran estas diferencias significativas indican que para la variable Workload hay diferencias entre la Fase 1 y la Fase 2 del ciclo menstrual ($p = 0.038$), siendo mayor en Fase 1 que en Fase 2; y para la variable Duración hay diferencias entre Fase 1 y Fase 3 ($p = 0.028$) y entre Fase 1 y Fase 4 ($p = 0.026$) siendo mayor la Duración en Fase 1 que en Fase 3 y 4 del CM.

Discusión

Los resultados muestran que no hay diferencias significativas para la variable Total Wellness entre las fases del ciclo menstrual. De la misma forma, ninguna de las variables analizadas dentro de la variable Total Wellnes (Sueño, Estrés, Fatiga, Dolor) mostró diferencias significativas entre las diferentes fases. A pesar de ello, todas mostraban mayores medias en la fase 1 del ciclo menstrual. Esto puede deberse a que el rendimiento disminuye debido a la fatiga que sienten las atletas⁸, en muchas ocasiones, relacionado con situaciones de dismenorrea (menstruación dolorosa), que algunas atletas sienten en las fases iniciales del ciclo menstrual, donde su prevalencia es aproximadamente del 85% en adolescentes²². Por el contrario, estos resultados no son significativos, ya que los cuestionarios de bienestar pueden no ser lo suficientemente sensibles para detectar cambios sutiles asociados al ciclo menstrual²³.

La fatiga cognitiva sigue la misma tendencia que la anterior, no hay diferencias significativas en ninguna de sus fases, pero sí que muestra una mayor media en la primera fase. Esto es debido a que el dolor menstrual asociado a la dismenorrea puede afectar negativamente a la función cognitiva y aumentar la fatiga cognitiva ²⁴, o debido a una menor calidad del sueño en la fase de menstruación, que puede afectar a la función cognitiva ²⁵. Por el contrario, estas diferencias pueden no ser significativas ya que el contexto y el ambiente donde se encuentra la deportista modula la percepción de fatiga cognitiva ²⁶. Además, Sundström Poromaa et al. (2014) ²⁷ sugieren que el cerebro femenino tiene mecanismos compensatorios que permiten mantener la estabilidad cognitiva a pesar de las fluctuaciones hormonales.

Los resultados obtenidos en CMJ muestran unos resultados homogéneos para cada una de las fases del ciclo menstrual y, por lo tanto, no hay diferencias entre fases, pese a que Sarwar et al. (1996) ²⁸ en su estudio menciona que la fuerza muscular puede aumentar durante la fase ovulatoria, cuando los niveles de estrógeno son más altos. Lo cual podría mejorar el rendimiento en el CMJ, ya que éste se utiliza como medida de fuerza de la extremidad inferior ²⁹. Por ende, estos resultados concuerdan con el estudio de Constantini et al. (2005) ³⁰, el cual encontró que, a pesar de las fluctuaciones hormonales, las mujeres mantienen sus niveles de salto a lo largo del ciclo menstrual.

En la prueba de Stroop test Vestberg et al. (2012) ³¹ halló que los resultados en el test de Stroop se ven significativamente disminuidos en situaciones de fatiga cognitiva, esto relacionado con el aumento de fatiga cognitiva asociada a la dismenorrea en primeras fases²⁴, podría hacer pensar que los resultados se deberían ver significativamente

disminuidos en la fase de menstruación, pero en este estudio, no se ha encontrado relación entre las variables Stroop promedio y Stroop fallos con la fase del ciclo menstrual. Esto sugiere que el test parece tener más relación con el rendimiento individual y el nivel de cada deportista que con las fluctuaciones hormonales que se producen en el ciclo menstrual³¹.

La no existencia de diferencias significativas entre fases del CM en las variables anteriormente citadas podría deberse a cómo difieren las mujeres en la sensibilidad al ciclo menstrual, ya que cada mujer tiene unas características individuales que hacen que su percepción de ciclo menstrual pueda ser diferente entre mujeres y entre ciclos menstruales de una misma mujer⁵.

La variable que mide la carga de entrenamiento (Workload) muestra diferencias significativas entre sus fases del ciclo menstrual con una $p < 0.05$. Estas diferencias las encontramos entre la Fase 1 (Menstruación y Folicular temprana) y la Fase 2 (Folicular media y Folicular tardía) ($p < 0.05$). Estas diferencias se muestran en una mayor carga de entrenamiento en la Fase 1 respecto a la Fase 2.

Al ser Workload una variable compuesta de la multiplicación de otras dos variables como son Duración y RPE, hay que comprobar qué variable es la que muestra mayor cambio para conocer si es un hecho casual debido al aumento de duración de los entrenamientos por puro azar o se debe a un aumento de la percepción de esfuerzo.

La variable RPE muestra una correlación moderada ($R = 0.4 - 0.5$) negativa con respecto a la fase del ciclo menstrual, es decir, que contra mayor es el RPE menor es la fase. Por otro lado, no muestra diferencias significativas entre sus fases, pero su promedio es mayor en Fase 1 que en el resto. Esto puede ser debido al aumento de fatiga que sienten las deportistas en esta primera fase debido al dolor^{8,22}. Pero estas diferencias pueden no ser significativas, ya que el tiempo e intensidad del entrenamiento marcan el RPE percibido por las atletas³², posiblemente más que los cambios hormonales.

Por su lado, el análisis estadístico en la variable Duración del entrenamiento también muestra una correlación con la fase del ciclo menstrual moderada ($R = 0.3 - 0.4$) negativa, que quiere decir que contra menor es la Fase del CM, mayor es el tiempo de entrenamiento. Por otro lado, esta variable sí que muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto a la duración del entrenamiento en las diferentes fases del ciclo menstrual. Encontramos diferencias entre las fases: Fase 1 y Fase 3 ($p = 0.028$) y entre Fase 1 y Fase 4 ($p = 0.026$), siendo mayor en ambas la duración de entrenamiento en Fase 1. Éste sugiere que, casualmente, los entrenamientos han durado más cuando las jugadoras estaban en Fase 1, por un echo aleatorio.

Por lo tanto, estos hallazgos sugieren que la variable Workload es mayor en Fase 1 debido a que el tiempo de entrenamiento ha sido mayor en la Fase 1, y que esto se debe a un hecho casual. Esta casualidad puede ser debida al hecho de tener una muestra estadísticamente pequeña, debido a que la recogida de datos fue únicamente de 7 semanas y que las participantes fueron 12 jugadoras. Ampliar la muestra podría ayudar a evitar que aparecieran diferencias entre fases debido a hechos casuales.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que todos los estudios que giran alrededor del ciclo menstrual tienen que tener en cuenta la variabilidad entre deportistas y entre los ciclos de una misma deportista, ya que entre estos se encuentra una gran variabilidad^{5,6}. Esta variabilidad interpersonal e intrapersonal, sumada a un método de muestreo de bajo coste como es el auto registro, no puede tener un registro exhaustivo de los cambios hormonales que se producen durante el proceso, y hace que esta herramienta asuma niveles altos de imprecisión⁶.

Conclusiones:

Los resultados no mostraron diferencias significativas en las variables de Wellness y fatiga cognitiva en las diferentes fases del ciclo menstrual. Aunque sí se observan medias más altas en la Fase 1 del ciclo, coincidiendo con la menstruación y la fase folicular temprana, que posiblemente estén relacionadas con la percepción de fatiga inducida por la dismenorrea.

El Workload, por su parte, muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) entre su fase 1 y su fase 2 ($p < 0.05$), encontrándose mayores valores en la variable de Workload en la fase 1 (fase menstruación y la fase folicular temprana).

El Workload como variable compuesta de Duración y RPE, muestra una mayor sensibilidad a los cambios en la Duración del entrenamiento en comparación con el RPE. La Duración del entrenamiento presenta una correlación moderada ($R = 0.3 - 0.4$) y negativa con respecto a la fase del ciclo menstrual, indicando que los entrenamientos

fueron significativamente más prolongados en las fases iniciales del CM. Además, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la Duración del entrenamiento entre las fases del ciclo menstrual, siendo mayor en la Fase 1 en comparación con las fases 3 y 4 ($p < 0.05$). Esto indica que los hallazgos de un aumento de Workload en Fase 1 podrían ser debidos a un aumento casual en la Duración del entrenamiento durante esta fase.

En contraste, aunque el promedio de RPE fue superior en la Fase 1, muestra una correlación moderada ($R = 0.4 - 0.5$) y negativa, lo cual indica que el RPE aumenta en las primeras fases, aunque no se encontraron diferencias significativas entre las fases. Esto sugiere que las percepciones subjetivas de esfuerzo pueden estar más influenciadas por factores como la duración y la intensidad del entrenamiento que por las variaciones hormonales propias del ciclo menstrual.

Estos resultados poco concluyentes pueden ser debidos a limitaciones en el tamaño de la muestra, la variabilidad inter participantes e intra participantes con respecto a la percepción del ciclo menstrual, o debido a la metodología de recogida de datos para el análisis del ciclo menstrual. Ampliar la muestra en futuros estudios es crucial para una mejor comprensión de las diferencias en Workload u otras variables entre las fases del ciclo menstrual, y con ello evitar datos fruto del azar.

1. Mancha-Triguero D, García-Rubio J, Gamonales JM, Ibáñez SJ. Strength and Speed Profiles Based on Age and Sex Differences in Young Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2). doi:10.3390/ijerph18020643
2. Gottlieb R, Shalom A, Calleja-Gonzalez J. Physiology of Basketball – Field Tests. Review Article. *J Hum Kinet*. 2021;77:159-167. doi:10.2478/hukin-2021-0018
3. Castagna C, Manzi V, Impellizzeri F, Chaouachi A, Ben Abdelkrim N, Ditroilo M. Validity of an On-Court Lactate Threshold Test in Young Basketball Players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(9):2434-2439. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e2e1bf
4. Ibáñez SJ, Sampaio J, Feu S, Lorenzo A, Gómez MA, Ortega E. Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *Eur J Sport Sci*. 2008;8(6):369-372. doi:10.1080/17461390802261470
5. Schmalenberger KM, Tauseef HA, Barone JC, et al. How to study the menstrual cycle: Practical tools and recommendations. *Psychoneuroendocrinology*. 2021;123:104895. doi:10.1016/j.psyneuen.2020.104895
6. Allen AM, McRae-Clark AL, Carlson S, et al. Determining menstrual phase in human biobehavioral research: A review with recommendations. *Exp Clin Psychopharmacol*. 2016;24(1):1-11. doi:10.1037/pha0000057
7. Martínez-Fortuny N, Alonso-Calvete A, Da Cuña-Carrera I, Abalo-Núñez R. Menstrual Cycle and Sport Injuries: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(4). doi:10.3390/ijerph20043264
8. Carmichael MA, Thomson RL, Moran LJ, Wycherley TP. The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):1667. doi:10.3390/ijerph18041667

9. McNulty KL, Elliott-Sale KJ, Dolan E, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrhic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2020;50(10):1813-1827. doi:10.1007/s40279-020-01319-3
10. Pallavi LC, D Souza UJ, Shivaprakash G. Assessment of Musculoskeletal Strength and Levels of Fatigue during Different Phases of Menstrual Cycle in Young Adults. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(2):CC11-CC13. doi:10.7860/JCDR/2017/24316.9408
11. Findlay RJ, Macrae EHR, Whyte IY, Easton C, Forrest (née Whyte) LJ. How the menstrual cycle and menstruation affect sporting performance: experiences and perceptions of elite female rugby players. *Br J Sports Med*. 2020;54(18):1108-1113. doi:10.1136/bjsports-2019-101486
12. Abd-Elfattah HM, Abdelazeim FH, Elshennawy S. Physical and cognitive consequences of fatigue: A review. *J Adv Res*. 2015;6(3):351-358. doi:10.1016/j.jare.2015.01.011
13. Van Cutsem J, Marcora S, De Pauw K, Bailey S, Meeusen R, Roelands B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine*. 2017;47(8):1569-1588. doi:10.1007/s40279-016-0672-0
14. Díaz-García J, González-Ponce I, Ponce-Bordón J, et al. Mental Load and Fatigue Assessment Instruments: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;19(1):419. doi:10.3390/ijerph19010419
15. Black GM, Gabbett TJ, Cole MH, Naughton G. Monitoring Workload in Throwing-Dominant Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*. 2016;46(10):1503-1516. doi:10.1007/s40279-016-0529-6

16. Jiménez-Reyes P, Samozino P, Cuadrado-Peñafiel V, Conceição F, González-Badillo JJ, Morin JB. Effect of countermovement on power–force–velocity profile. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(11):2281-2288. doi:10.1007/s00421-014-2947-1
17. Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci.* 2015;33(15):1574-1579. doi:10.1080/02640414.2014.996184
18. Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A, Gordon RD, Bachmann AW. Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(1):106-112.
19. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377—381. <http://europepmc.org/abstract/MED/7154893>
20. Teel EF, Register-Mihalik JK, Troy Blackburn J, Guskiewicz KM. Balance and cognitive performance during a dual-task: Preliminary implications for use in concussion assessment. *J Sci Med Sport.* 2013;16(3):190-194. doi:10.1016/j.jsams.2012.09.007
21. Phan N, Blome C, Fritz F, et al. Assessment of Pruritus Intensity: Prospective Study on Validity and Reliability of the Visual Analogue Scale, Numerical Rating Scale and Verbal Rating Scale in 471 Patients with Chronic Pruritus. *Acta Dermato Venereologica.* 2012;92(5):502-507. doi:10.2340/00015555-1246
22. Banikarim C, Chacko MR, Kelder SH. Prevalence and Impact of Dysmenorrhea on Hispanic Female Adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2000;154(12):1226. doi:10.1001/archpedi.154.12.1226
23. Brown N, Knight CJ, Forrest (née Whyte) LJ. Elite female athletes' experiences and perceptions of the menstrual cycle on training and sport performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2021;31(1):52-69. doi:10.1111/sms.13818

24. Proctor M, Farquhar C. Diagnosis and management of dysmenorrhoea. *BMJ*. 2006;332(7550):1134-1138. doi:10.1136/bmj.332.7550.1134
25. Baker FC, Driver HS. Circadian rhythms, sleep, and the menstrual cycle. *Sleep Med*. 2007;8(6):613-622. doi:10.1016/j.sleep.2006.09.011
26. Andreano JM, Cahill L. Menstrual cycle modulation of medial temporal activity evoked by negative emotion. *Neuroimage*. 2010;53(4):1286-1293. doi:10.1016/j.neuroimage.2010.07.011
27. Sundström Poromaa I, Gingnell M. Menstrual cycle influence on cognitive function and emotion processing-from a reproductive perspective. *Front Neurosci*. 2014;8. doi:10.3389/fnins.2014.00380
28. Sarwar R, Niclos BB, Rutherford OM. Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *J Physiol*. 1996;493(1):267-272. doi:10.1113/jphysiol.1996.sp021381
29. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res*. 2004;18(3):551-555. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2
30. Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The Menstrual Cycle and Sport Performance. *Clin Sports Med*. 2005;24(2):e51-e82. doi:10.1016/j.csm.2005.01.003
31. Vestberg T, Gustafson R, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P. Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. *PLoS One*. 2012;7(4):e34731. doi:10.1371/journal.pone.0034731

32. Hulin BT, Gabbett TJ, Blanch P, Chapman P, Bailey D, Orchard JW. Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med.* 2014;48(8):708-712. doi:10.1136/bjsports-2013-092524

Anexo 1

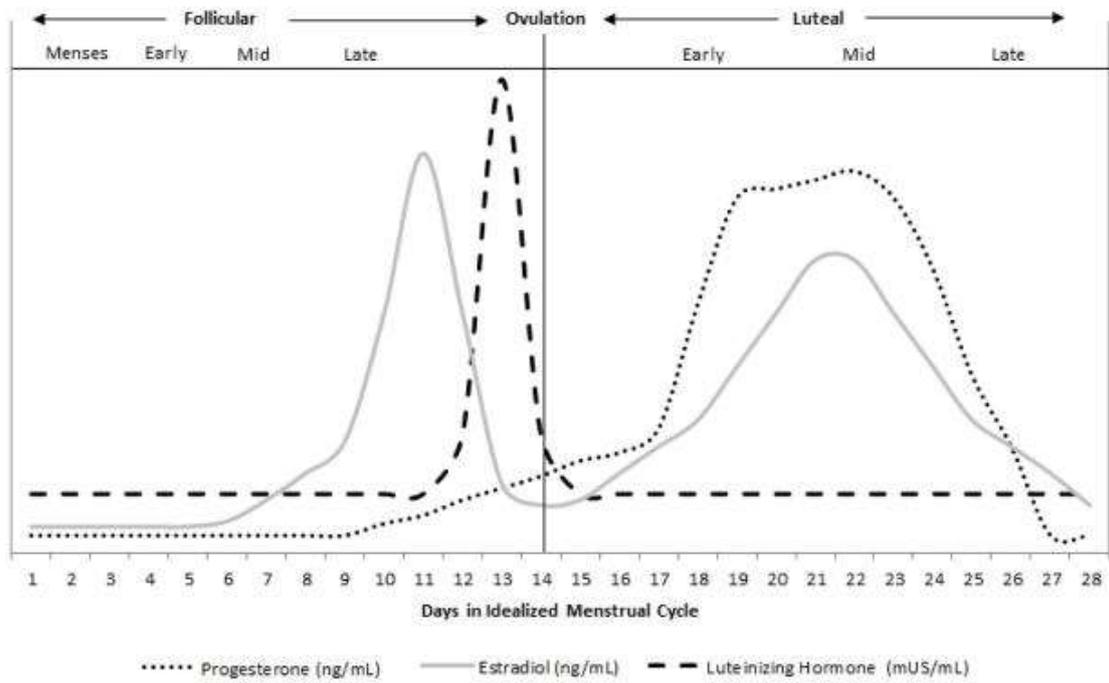


Figura 3: Cambio relativo en hormonas a lo largo del ciclo menstrual. Extraído de Allen et. al, 2016⁶

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El/la estudiante Miquel Sánchez Rodríguez del Máster Universitario en Entrenamiento Personal y Readaptación Físico-Deportiva, dirigido/a por Mónica Morral Yepes, está llevando a cabo el proyecto de investigación *Influencia de las fases del ciclo menstrual en la fatiga inducida por el ejercicio en jóvenes jugadoras de básquet*.

El proyecto tiene como objetivo el estudio de la influencia de la fatiga en las diferentes fases del ciclo menstrual. En primer lugar, se realizará un registro del calendario del ciclo menstrual y, en segundo lugar, se analizarán variables de rendimiento a través de cuestionarios y videos. En el proyecto participan los siguientes centros de investigación: Club Basquet Femení Sant Adrià. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para que realice los registros del calendario del ciclo menstrual y las diferentes pruebas de rendimiento, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión: joven (17-18 años), jugadora de básquet de nivel preferente, entrena 3 días a la semana, sin lesiones graves.

Esta colaboración implica participar en 3 fases:

- 1ª) Registro del calendario del ciclo menstrual
- 2ª) Rellenar formularios semanales
- 3ª) Análisis del salto a través de video y análisis de la velocidad de reacción con dispositivo móvil

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante una carpeta subida en la nube (Google drive) donde solo tendrán acceso el estudiante y la directora de esta investigación. Los nombres de las participantes estarán cifrados a través de la asignación de un código personal para mantener su anonimato.

El fichero de datos del estudio estará bajo la responsabilidad del investigador principal, ante el cual podrá ejercer en todo momento los derechos que establece la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Todos los participantes tienen derecho a retirarse en cualquier momento de una parte o de la totalidad del estudio, sin expresión de causa o motivo y sin consecuencias. También tienen derecho a que se les clarifiquen sus posibles dudas antes de aceptar participar y a conocer los resultados de sus pruebas.

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

En caso de ser mayor de edad:

Yo, _____ mayor de edad, con DNI _____,

En caso de ser menor de edad:

Yo, _____ mayor de edad, con DNI _____, actuando en nombre e interés de _____,

DECLARO QUE:

He recibido información sobre el proyecto *Influencia de las fases del ciclo menstrual en la fatiga inducida por el ejercicio en jóvenes jugadoras de básquet*, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Mi colaboración en el proyecto es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme del mismo en cualquier momento, revocando el presente consentimiento, sin que esta retirada pueda influir negativamente en mi persona en sentido alguno. En caso de retirada, tengo derecho a que mis datos sean cancelados del fichero del estudio.

Por todo ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el proyecto: *Influencia de las fases del ciclo menstrual en la fatiga inducida por el ejercicio en jóvenes jugadoras de básquet*
2. Que Miquel Sánchez Rodríguez y su directora Mónica Morral Yepes puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).
3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En Barcelona, a 6 de marzo de 2024

[FIRMA PARTICIPANTE]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE] [FIRMA DEL DIRECTOR/A]