



TESIS DOCTORAL

**EFFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE
LA CONDICIÓN FÍSICA, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y
PSICOLÓGICOS EN MUJERES JÓVENES
MODERADAMENTE ENTRENADAS.**

ALMUDENA RAMÍREZ BALAS

DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGÍA

2014

Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas.

Almudena Ramírez Balas

2014





TESIS DOCTORAL

**EFFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LA
CONDICIÓN FÍSICA, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS
EN MUJERES JÓVENES MODERADAMENTE ENTRENADAS.**

ALMUDENA RAMÍREZ BALAS

DEPARTAMENTO DE FISIOLOGÍA

CONFORMIDAD DE LOS DIRECTORES:

Fdo: Marcos Maynar Mariño **Fdo:** Rafael Timón Andrada **Fdo:** Guillermo Olcina Camacho

2014

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE
Departamento de Fisiología



**EFFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LA
CONDICIÓN FÍSICA, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y
PSICOLÓGICOS EN MUJERES JÓVENES MODERADAMENTE
ENTRENADAS.**

**Memoria presentada por Almudena Ramírez Balas
para optar al grado de Doctor en Ciencias del
Deporte por la Universidad de Extremadura.**

Cáceres, septiembre de 2014.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.



Los Doctores **D. Marcos Maynar Mariño** (Departamento de Fisiología), **D. Rafael Timón Andrada** y **D. Guillermo Olcina Camacho** (Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal) de la Universidad de Extremadura.

CERTIFICAN:

Que Dña. **Almudena Ramírez Balas**, Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte por la Universidad de Extremadura, ha realizado la Tesis Doctoral titulada **“EFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS EN MUJERES JÓVENES MODERADAMENTE ENTRENADAS”** bajo nuestra dirección y que, a nuestro juicio, reúne las condiciones exigidas para poder optar al grado de Doctor.

Y para que conste, expedimos el presente certificado.

Cáceres, septiembre de 2014.

Dr. D. Marcos Maynar Mariño

Dr. D. Rafael Timón Andrada

Dr. D. Guillermo Olcina Camacho

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

*A mis padres y hermanas, por escucharme, apoyarme,
y aportarme el cariño, la serenidad y la fuerza necesaria para
terminar este trabajo.*

... a mi pequeño sobrino, por tanta felicidad en tan poco tiempo.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Departamento de Fisiología y, muy especialmente a mis directores de Tesis Doctoral, el Dr. Marcos Maynar Mariño, el Dr. Rafael Timón Andrada y el Dr. Guillermo Olcina Camacho. Por los conocimientos, las aportaciones y vuestro tiempo. Gracias por vuestra ayuda y por permitirme aprender de vosotros.

Me gustaría agradecerle al Dr. José Carmelo Adsuar Sala, la colaboración prestada, su total disposición y ayudarme amablemente en todo lo que he necesitado. Gracias.

Debo agradecer enormemente a todas las chicas que han participado en el estudio, por regalarme su tiempo, sus ganas, sus sonrisas, y por los momentos agradables compartidos.

Gracias a esas personas que ocupan un lugar especial en mi vida, quienes me estiman y estimo, por la amistad y los buenos momentos brindados. Mis primas, primos, amigas y amigos.

Por último, dar las gracias hoy y siempre, a mi familia, los que iluminan mi vida, los que no encuentro palabras para describir lo que significan para mí. Gracias por cada día. Inmensamente agradecida.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	17
ÍNDICE DE FIGURAS.....	23
1. INTRODUCCIÓN.....	29
1.1. EL CICLO MENSTRUAL.....	29
1.1.1. EJE HIPOTÁLAMO-HIPOFISIARIO-GONADAL REGULADOR DEL CICLO MENSTRUAL.....	29
1.1.2. CICLO REPRODUCTIVO DE LA MUJER.....	36
1.2. EL CICLO MENSTRUAL Y EL RENDIMIENTO DEPORTIVO.....	45
1.3. CICLO MENSTRUAL, ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD.....	51
1.3.1. CICLO MENSTRUAL Y CANTIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA.....	51
1.3.2. CICLO MENSTRUAL Y CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD.....	53
1.4. CICLO MENSTRUAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL.....	58
1.5. CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN REPOSO.....	61
1.5.1. CICLO MENSTRUAL, TENSIÓN ARTERIAL Y FRECUENCIA CARDIACA.....	61
1.5.2. CICLO MENSTRUAL Y ESPIROMETRÍA BASAL.....	67
1.6. CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN ESFUERZO.....	70
1.7. CICLO MENSTRUAL Y CONDICIÓN FÍSICA.....	77
1.7.1. CICLO MENSTRUAL Y FUERZA.....	77
1.7.2. CICLO MENSTRUAL Y FLEXIBILIDAD.....	84
1.7.3. CICLO MENSTRUAL Y POTENCIA ANAERÓBICA.....	90
1.7.4. CICLO MENSTRUAL Y EQUILIBRIO.....	92
1.8. CICLO MENSTRUAL Y PARÁMETROS PSICOLÓGICOS.....	95

1.8.1. CICLO MENSTRUAL Y PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO. ESCALA DE BORG	
RPE.....	95
1.8.2. CICLO MENSTRUAL Y ESTADO DE ÁNIMO. TEST DE POMS.....	99
1.8.3. CICLO MENSTRUAL Y DEPRESIÓN. INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK.....	104
2. OBJETIVOS.....	107
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	109
3.1. MATERIAL UTILIZADO.....	109
3.2. MUESTRA EXPERIMENTAL.....	111
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CICLO MENSTRUAL.....	112
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	114
3.5. PROTOCOLOS DE VALORACIONES.....	116
3.5.1. VALORACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL INTERNA Y DETERMINACIÓN DE LA FASE MENSTRUAL.....	116
3.5.2. VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA SALUD.....	118
3.5.3. VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.....	127
3.5.4. VALORACIÓN CARDIORRESPIRATORIA EN REPOSO.....	131
3.5.5. VALORACIÓN CARDIORRESPIRATORIA EN ESFUERZO.....	136
3.5.6. VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA.....	138
3.5.7. VALORACIÓN PSICOLÓGICA.....	150
3.6. LIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	154
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	156
4. RESULTADOS.....	157
4.1. DATOS OBTENIDOS DE CUESTIONARIOS ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD.....	158
4.1.1. DATOS DE LA CANTIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA.....	158
4.1.2. DATOS DE CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD.....	160

4.2.	DATOS REFERENTES A LA COMPOSICIÓN CORPORAL.....	167
4.3.	DATOS REFERENTES A PARÁMETROS CARDIORRESPIRATORIOS EN REPOSO.....	169
4.3.1.	DATOS DE TENSIÓN ARTERIAL Y FRECUENCIA CARDIACA.....	169
4.3.2.	DATOS DE ESPIROMETRÍA BASAL.....	171
4.4.	DATOS REFERENTES A PARÁMETROS CARDIORRESPIRATORIOS EN ESFUERZO.....	173
4.5.	DATOS REFERENTES A LA CONDICIÓN FÍSICA.....	185
4.5.1.	DATOS DE FUERZA DE PRENSIÓN MANUAL.....	185
4.5.2.	DATOS DE FUERZA DEL TREN INFERIOR.....	186
4.5.3.	DATOS DE FLEXIBILIDAD DEL TRONCO.....	188
4.5.4.	DATOS DE POTENCIA ANAERÓBICA.....	189
4.5.5.	DATOS DE EQUILIBRIO ESTÁTICO.....	191
4.6.	DATOS OBTENIDOS DE CUESTIONARIOS PSICOLÓGICOS.....	193
4.6.1.	DATOS DE ESTADO DE ÁNIMO.....	193
4.6.2.	DATOS DE DEPRESIÓN.....	197
5.	DISCUSIÓN.....	199
5.1.	CICLO MENSTRUAL, CANTIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA Y CALIDAD DE VIDA.....	199
5.2.	CICLO MENSTRUAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL.....	202
5.3.	CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN REPOSO.....	204
5.4.	CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN ESFUERZO.....	210
5.5.	CICLO MENSTRUAL Y CONDICIÓN FÍSICA.....	217
5.6.	CICLO MENSTRUAL Y PARÁMETROS PSICOLÓGICOS.....	229
6.	CONCLUSIONES.....	241
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	243
8.	ANEXOS.....	279

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

ABREVIATURAS

A.D.O.:	Asociación de Deportes Olímpicos.
A.F.:	Actividad Física.
A:	Androsterona.
ACO:	Anticonceptivo Oral.
ACOG:	Colegio Americano de Obstetricia y Ginecología.
ACSM:	Colegio Americano de Medicina Deportiva.
AE:	Aeróbico.
AFM:	Actividad Física Moderada.
AFT:	Actividad Física Total.
AFV:	Actividad Física Vigorosa.
AMPA:	Automedición de la Presión Arterial.
ANA:	Anaeróbico.
ATS:	Sociedad Torácica Americana, American Thoracic Society.
BBS:	Biodex Balance System.
BDI:	Inventario de Depresión de Beck, Beck Depression Inventory.
CK:	Creatina Quinasa.
cm:	Centímetro.
CMJ:	Salto en Contramovimiento, Counter Movement Jump.
con:	Concéntrica.
CR-10:	Category Ratio 10.
CSD:	Consejo Superior de Deportes.
CVF:	Capacidad Vital Forzada.
CVRS:	Calidad de Vida Relacionada con la Salud.
DHEA:	Dehidroepiandrosterona.
E2:	Estradiol.
eNOS:	Óxido Nítrico Sintasa endotelial.
EQ-5D:	Cuestionario EuroQol-5 Dimensiones.
EVA:	Escala Visual Analógica.
exc:	Excéntrica.
EXC:	Excéntrico.
FC máx:	Frecuencia Cardíaca máxima.

FC:	Frecuencia Cardiaca.
FEF25-75:	Flujo Espiratorio Forzado entre el 25 y el 75 de la Capacidad Vital.
FF:	Fase Folicular.
FFK:	Fuerza para flexionar la rodilla.
FL:	Fase Lútea.
FLB:	Flamingo Balance Test.
FM:	Fase Menstrual.
FSH:	Hormona Folículo Estimulante.
Fz:	Fuerza.
GABA:	Ácido gamma-aminobutírico.
GH:	Hormona del Crecimiento.
GnRH:	Hormona Estimulante de las Gonadotropinas.
GREC:	Grupo Español de Cineantropometría.
h:	Altura.
H ⁺ :	Hidrógeno o protón.
H ₂ O:	Agua.
HADS:	Escala de Ansiedad y Depresión de Hospital.
hCG:	Gonadotropina Coriónica humana.
HDL:	Lipoproteínas de Alta Densidad.
IGF-1:	Factor de Crecimiento Insulínico tipo 1.
IMC:	Índice de Masa Corporal.
IPAQ:	Cuestionario Internacional de Actividad Física.
J:	Unidad de medida del trabajo. Julio.
KFEH:	Histéresis de flexión-extensión de rodilla.
kg.f:	Kilogramo fuerza o kilopondio.
kg/m ² :	kilogramo por metro cuadrado.
L/min:	Litro por minuto.
LCA:	Ligamento Cruzado Anterior.
LH:	Hormona Luteinizante.
LHRH:	Hormona Liberadora de la Hormona Luteinizante.
M:	Menstruación.
m:	Metro.
mg/kg:	Miligramo por kilogramo.

MG:	Masa Grasa.
min:	Minuto.
mL/min/kg:	Mililitro por minuto por kilogramo.
ml/min:	Mililitro por minuto.
MLG:	Masa Libre de Grasa.
mmHg:	Milímetro de mercurio.
MVV:	Ventilación Voluntaria Máxima, Maximal Voluntary Ventilation.
ng/ml:	Nanogramo por mililitro.
NHP:	Perfil de Salud de Nottingham, Nottingham Health Profile.
Nm:	Unidad de media del torque.
nmol/l:	Nanomole por litro.
NOS:	Óxido Nítrico Sintasa.
NOx:	Nitrato y nitrito.
Ns:	No significativo.
O:	Ovulación
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
PCOSQ:	Cuestionario del Síndrome del Ovario Poliquístico.
PeCO ₂ :	Presión parcial de dióxido de carbono.
PEF:	Flujo Espiratorio Forzado o Pico de Flujo, Peak Expiratory Flow.
PeO ₂ :	Presión parcial de oxígeno.
pg/ml:	Picogramo por mililitro.
PG:	Peso Graso.
PM:	Peso Muscular.
PO:	Peso Óseo.
POMS:	Perfil de Estados de Ánimo, Profile Of Mood States.
ppm:	Pulsaciones por minuto.
PR:	Peso Residual.
Q-LES-Q-SF:	Quality of Life Enjoyment and Satisfaction Questionnaire-Short Form.
rad.s ⁻¹ :	Radios por segundo.
RER:	Cociente respiratorio.
RM:	Repetición Máxima.
RPE:	Rating of Perceived Exertion.
S:	Significativo estadísticamente.

SCL-90-R:	Symptom Checklist-90-Revised.
SD:	Desviación Estándar.
SEMI:	Sociedad Española de Medicina Interna.
SEPAR:	Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica.
SF-12v2:	Sort-Form 12 Health Survey version currently used (versión 2).
SF-36:	Sort-Form 36 Health Survey.
Sig:	Significación.
SJ:	Squat Jump.
SNA:	Sistema Nervioso Autónomo.
SNP:	Sistema Nervioso Parasimpático.
SNS:	Sistema Nervioso Simpático.
SOP:	Síndrome de Ovario Poliquístico.
T:	Testosterona.
TA:	Tensión Arterial.
TAD:	Tensión Arterial Diastólica.
TAS:	Tensión Arterial Sistólica.
TDPM:	Trastorno Disfórico Premenstrual.
Ub:	Umbral.
UI/L:	Unidad Internacional por Litro.
VAS:	Visual Análoga Escala.
VCO ₂ :	Producción de dióxido de carbono.
VE/CO ₂ :	Equivalente ventilatorio de dióxido de carbono.
VE/VO ₂ :	Equivalente ventilatorio de oxígeno.
VE:	Ventilación minuto.
VEF1:	Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo.
VEMS:	Volumen Máximo Espirado en el primer segundo.
VFC:	Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca.
VM:	Vasto Medio.
VMO:	Vasto Medial Oblicuo.
VO ₂ máx:	Consumo máximo de Oxígeno.
VO ₂ :	Consumo de Oxígeno.
W:	Potencia en vatios.
watios/kg:	Vatios por kilogramo.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS

Figura 1. Esquema que ilustra las interrelaciones de hipotálamo, ovarios y endometrio (Moore y Persaud, 1999).....	30
Figura 2. Los tres compartimentos ováricos: folículo, productor de estrógenos; cuerpo lúteo, productor de gestágenos a la vez que estrógenos; intersticio, que fabrica andrógenos. (Botella y Clavero, 1993).....	33
Figura 3. Temperatura basal típica en un ciclo bifásico (Botella y Clavero, 1993).....	36
Figura 4. Resumen de algunos de los eventos en el ciclo menstrual femenino en edad reproductiva (Feher, 2012).....	37
Figura 5. Resumen de los cambios en las concentraciones hormonales plasmáticas, endometriales y ovárica, y en la temperatura corporal basal durante el ciclo menstrual (Wells, 1992).....	38
Figura 6. Esquema del ciclo en la mujer, con todos los órganos que participan en él. (Botella y Clavero, 1993).	39
Figura 7. Diagrama ilustrativo de los niveles sanguíneos de varias hormonas durante el ciclo menstrual. (Moore y Persaud, 1999).	41

TABLAS

Tabla 1. Alteraciones del ciclo sexual bifásico.	45
Tabla 2. Estudios sobre el ciclo menstrual y la fuerza muscular.	81
Tabla 3. Características de las cantidades totales en minutos a la semana de actividad física a diferentes intensidades, de caminar y de estar sentadas. IPAQ Corto.	112
Tabla 4. Características de la composición corporal de la muestra experimental.	112
Tabla 5. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de las características de la cantidad de actividad física a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto.	159
Tabla 6. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de parámetros de la calidad de vida relacionada con la salud a lo largo del ciclo menstrual. Test de EQ-5D.	162
Tabla 7. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de parámetros sobre el Perfil de Salud de Natthagam a lo largo del ciclo menstrual. Test de NHP.	164
Tabla 8. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de salud del Cuestionario SF-36v1 a lo largo del ciclo menstrual.	166
Tabla 9. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase del peso e IMC a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.	167

Tabla 10. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de la composición corporal a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.	169
Tabla 11. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros cardiovasculares en reposo a lo largo del ciclo menstrual.	170
Tabla 12. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros espirométricos a lo largo del ciclo menstrual.	172
Tabla 13. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros submáximos en el umbral aeróbico a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	174
Tabla 14. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros submáximos en el umbral anaeróbico a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	176
Tabla 15. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros máximos al final de la prueba a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	178
Tabla 16. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros a los 3 minutos de recuperación a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	180
Tabla 17. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros máximos a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	182
Tabla 18. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de fuerza manual a lo largo del ciclo menstrual.	185
Tabla 19. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de la fuerza del tren inferior a lo largo del ciclo menstrual.	187
Tabla 20. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los niveles de flexibilidad del tronco a lo largo del ciclo menstrual.	188
Tabla 21. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de la plataforma Optojump a lo largo del ciclo menstrual.	190
Tabla 22. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de equilibrio en el ciclo menstrual.	191
Tabla 23. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de equilibrio a lo largo del ciclo menstrual.	193
Tabla 24. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros del estado de ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test de POMS.	196
Tabla 25. Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de parámetros de depresión a lo largo del ciclo menstrual. Test de BDI.	197

GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentajes de las diferentes respuestas a los tipos de trastornos menstruales de la muestra experimental.	113
Gráfico 2. Evolución de la temperatura corporal basal media a lo largo de un ciclo menstrual.....	118

Gráfico 3. Características de la cantidad de actividad física de la muestra a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto.	158
Gráfico 4. MET-minutos/semanales de diferentes actividades físicas a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto.	158
Gráfico 5. MET-minutos/semanales de actividad física total a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto.	158
Gráfico 6. Categoría Nivel de AF a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto.....	159
Gráfico 7. Comparación del Estado de Salud respecto a la fase anterior del ciclo menstrual. Test EQ-5D.	160
Gráfico 8. Estado de Salud de cinco dimensiones en cada fase del ciclo menstrual. Test EQ-5D....	160
Gráfico 9. Estado de Salud por EVA (0-100) en cada fase del ciclo menstrual. Test EQ-5D.....	161
Gráfico 10. Perfil de Salud de Nottingham a lo largo del ciclo menstrual (0-100). Test de NHP.....	162
Gráfico 11. Limitación de áreas por el estado de salud. Test de NHP.....	163
Gráfico 12. Nº de Áreas Limitadas por el estado de salud (0-7). Test de NHP.....	163
Gráfico 13. Dimensiones de Salud (0-100). Test SF-36.....	165
Gráfico 14. Componentes Sumatorios de Salud. Test SF-36.....	165
Gráfico 15. Peso corporal a lo largo del ciclo menstrual.....	167
Gráfico 16. Índice de masa corporal a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual...	167
Gráfico 17. Composición corporal en kg a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.....	168
Gráfico 18. Composición corporal en % a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.....	168
Gráfico 19. Tensión Arterial (TA) a lo largo del ciclo menstrual.....	169
Gráfico 20. Frecuencia Cardíaca (FC) a lo largo del ciclo menstrual.....	170
Gráfico 21. Parámetros espirométricos en L/min a lo largo del ciclo menstrual.....	171
Gráfico 22. Ventilación Voluntaria Máxima (MVV) en L/min a lo largo del ciclo menstrual.....	171
Gráfico 23. Parámetros espirométricos en % a lo largo del ciclo menstrual.....	172
Gráfico 24. FC en el Umbral Aeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	173
Gráfico 25. VO ₂ en el Umbral Aeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	173
Gráfico 26. Porcentaje del VO ₂ máx en el Umbral Aeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	173

Gráfico 27. Potencia alcanzada en el Umbral Aeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	174
Gráfico 28. FC en el Umbral Anaeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	175
Gráfico 29. VO ₂ en el Umbral Anaeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	175
Gráfico 30. Porcentaje del VO ₂ máx en el Umbral Anaeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	175
Gráfico 31. Potencia alcanzada en el Umbral Anaeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	176
Gráfico 32. FC al final de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.....	177
Gráfico 33. VO ₂ al final de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.....	177
Gráfico 34. Porcentaje del VO ₂ máx al final en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	177
Gráfico 35. Potencia alcanzada al final de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	178
Gráfico 36. FC a los 3 minutos de recuperación en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	179
Gráfico 37. VO ₂ a los 3 minutos de recuperación en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	179
Gráfico 38. Porcentaje del VO ₂ máx a los 3 minutos en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	179
Gráfico 39. FC máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	181
Gráfico 40. VO ₂ máximo alcanzado en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.	181
Gráfico 41. Percepción del Esfuerzo Borg RPE al final de la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.	181
Gráfico 42. Evolución de la FC en la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.....	183
Gráfico 43. Evolución del VO ₂ en la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.....	183
Gráfico 44. Evolución del % VO ₂ máx en la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.	184
Gráfico 45. Evolución de la Potencia desarrollada durante la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.	184
Gráfico 46. Parámetros fuerza manual a lo largo del ciclo menstrual.	185

Gráfico 47. Niveles de torque en diferentes pruebas del tren inferior a lo largo del ciclo menstrual.	186
Gráfico 48. Niveles de trabajo en diferentes pruebas del tren inferior a lo largo del ciclo menstrual.....	186
Gráfico 49. Percepción del Esfuerzo Borg RPE al final de cada prueba en isocinético a lo largo del ciclo menstrual.	186
Gráfico 50. Niveles de flexibilidad en la prueba de extensión del tronco atrás a lo largo del ciclo menstrual.	188
Gráfico 51. Niveles de flexibilidad en la prueba de flexión del tronco adelante a lo largo del ciclo menstrual.	188
Gráfico 52. Alturas alcanzadas en diferentes pruebas de saltos a lo largo del ciclo menstrual.....	189
Gráfico 53. Índices obtenidos a partir de diferentes pruebas de saltos a lo largo del ciclo menstrual.....	189
Gráfico 54. Potencia Anaeróbica Láctica obtenida a través de los saltos a lo largo del ciclo menstrual.	190
Gráfico 55. Equilibrio Flamenco con visión y sin visión a lo largo del ciclo menstrual.....	191
Gráfico 56. Equilibrio en Plataforma BBS con visión y sin visión a lo largo del ciclo menstrual.....	191
Gráfico 57. Parámetros de Equilibrio con visión obtenidos en la plataforma BBS a lo largo del ciclo menstrual.	192
Gráfico 58. Parámetros de Equilibrio sin visión obtenidos en la plataforma BBS a lo largo del ciclo menstrual.	192
Gráfico 59. Nivel de Tensión en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.....	193
Gráfico 60. Nivel de Depresión en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.....	193
Gráfico 61. Nivel de Angustia en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.....	194
Gráfico 62. Nivel de Vigor en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.....	194
Gráfico 63. Nivel de Fatiga en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.....	194
Gráfico 64. Nivel de Confusión en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.....	195
Gráfico 65. Nivel de Trastorno del Humor en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.	195
Gráfico 66. Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test de POMS.....	196
Gráfico 67. Puntuación Total del Inventario de Depresión de Beck a lo largo del ciclo menstrual. Test BDI.....	197
Gráfico 68. Puntuación Total del Inventario de Depresión de Beck a lo largo del ciclo menstrual. Test BDI.	197

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EL CICLO MENSTRUAL

El ciclo reproductor femenino es uno de los ritmos biológicos más importantes, quizás el segundo después del circadiano. Esto es debido a la interacción entre las hormonas hipotalámicas, hipofisarias y gonadales, dando lugar a diversos cambios no sólo en el aspecto reproductivo de la mujer, sino también en muchos otros tejidos del cuerpo. Desde la prepubertad hasta la menarquia, pasando por la concepción, el embarazo, el puerperio, la menopausia y la postmenopausia, la atleta femenina está expuesta a un cambio constante de las hormonas endógenas esteroideas sexuales (Constantini, Dubnov y Lebrun, 2005). Aunque el estrógeno y la progesterona son las más importantes en términos de sus acciones sobre varios sistemas del cuerpo, las investigaciones más recientes han explorado los efectos de otras hormonas, como la testosterona, la relaxina y la leptina, entre otras (Constantini y cols., 2005).

Según el Colegio Americano de Obstetricia y Ginecología (American College of Obstetrics and Gynecology, ACOG, 2006) y la Academia Americana de Pediatría (American Academy of Pediatrics, 2006), el ciclo menstrual debe considerarse un signo vital, casi tan importante como el pulso, la respiración o la presión arterial. Por ello, se analizarán los diferentes mecanismos fisiológicos que llevan a cabo el complejo ciclo menstrual.

1.1.1. EJE HIPOTÁLAMO-HIPOFISIARIO-GONADAL REGULADOR DEL CICLO MENSTRUAL

Las mujeres tienen ciclos menstruales reproductivos que incluyen actividades del hipotálamo, hipófisis, ovario, útero, trompas uterinas, vagina y glándulas mamarias (Figura 1), las que desde el inicio de la pubertad y de manera normal continúan todos los años de la reproducción. Estos ciclos preparan el aparato reproductor para el embarazo (Moore y Persaud, 1999).

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

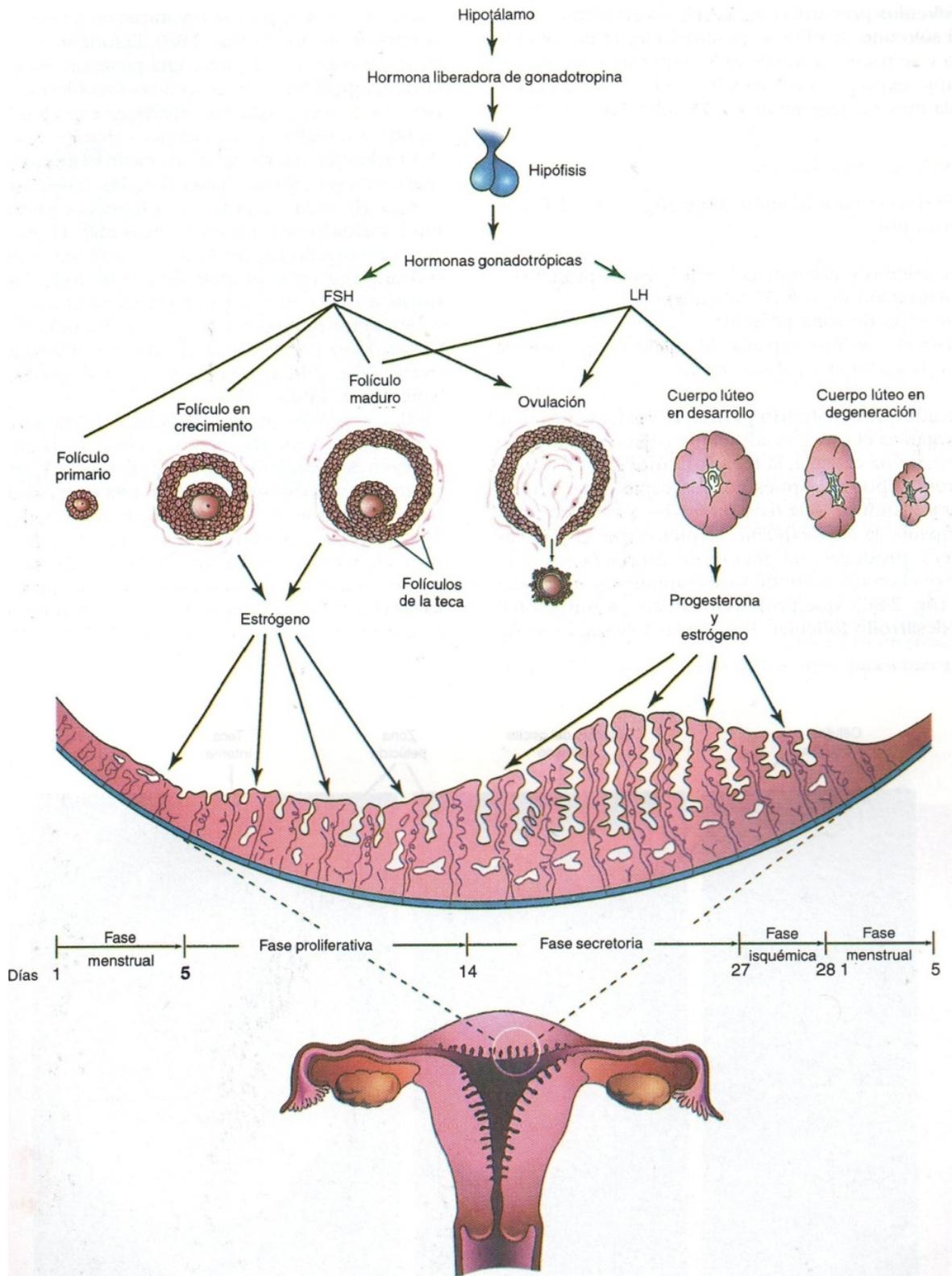


Figura 1. Esquema que ilustra las interrelaciones de hipotálamo, ovarios y endometrio.

Figura extraída de *Embriología Clínica (6ª ed.)*, Moore y Persaud, (1999), pp. 27.

1.1.1.1. HIPOTÁLAMO

El hipotálamo, localizado debajo del hemisferio cerebral, forma parte de una porción extremadamente importante del cerebro conocido como el “sistema límbico”, que se ocupa del comportamiento emocional y de la tensión (Wells, 1992). El hipotálamo integra el sistema nervioso y endocrino, y entre sus funciones, tiene tales como el hambre y la saciedad, la sed y la regulación de la temperatura corporal, además de controlar el ciclo menstrual (Wells, 1992).

El hipotálamo es una estructura nerviosa con múltiples conexiones. El núcleo arqueado, situado en la fosita olfatoria posterior, segrega un decapeptido llamado GnRH (hormona estimulante de las gonadotropinas) (Lorenzo, Nieto, Asenjo y Molina, 2006). Esta hormona reguladora de la secreción de gonadotropinas (GnRH) estimula la secreción de gonadotropinas (hormona luteinizante LH y hormona folículo estimulante FSH) en la hipófisis anterior. Se libera de forma pulsátil, de manera que cuando los pulsos son rápidos se sobreestimula la liberación de LH y cuando son lentos de FSH. Cuando la liberación es continua los receptores se desensibilizan y se inhiben tanto la LH como la FSH. La GnRH es inhibida por la dopamina (Lorenzo y cols., 2006).

Durante mucho tiempo no se supo qué era lo que estimulaba la liberación de la hormona liberadora de la gonadotropina desde el hipotálamo. Hoy en día se sabe que existen receptores de estrógenos (y quizás receptores de progesterona) en el hipotálamo y que se da una delicada relación recíproca de realimentación entre los estrógenos del ovario y la liberación de la GnRH (Wells, 1992).

La liberación pulsante de GnRH puede afectar y verse afectada por muchos factores. El efecto puede ser el retraso o la interrupción de la función menstrual (Wells, 1992).

Las funciones de regulación de la temperatura y vasomotoras del hipotálamo también se ven influenciadas, ocasionando las características temperaturas más elevadas de la piel de la mujer en la segunda mitad del ciclo menstrual, y la menor temperatura corporal basal de la primera mitad del ciclo menstrual (Wells, 1992).

1.1.1.2. HIPÓFISIS

La hipófisis anterior o adenohipófisis procede de una evaginación de la bolsa de Rathke (ectodermo) (Lorenzo y cols., 2006). De las hormonas que se sabe que sintetiza la adenohipófisis anterior, dos están envueltas en el ciclo menstrual. Estas hormonas proteínicas LH y FSH reciben el nombre de gonadotropinas porque regulan las gónadas, los órganos de la reproducción (Wells, 1992).

Las gonadotropinas (LH y FSH), glucoproteínas segregadas por la hipófisis anterior, tras el estímulo de GnRH, en condiciones normales los estrógenos ejercen una retroalimentación negativa sobre ellas. La inhibina también controla la secreción de gonadotropinas, sobre todo de FSH (Lorenzo y cols., 2006).

Se segregan de forma pulsátil, pero como la vida media de la FSH es mayor, fluctúa menos su concentración a lo largo del día. En un ciclo normal hay un pico de gonadotropinas 12-24 horas antes de la ovulación (más de LH), por feedback positivo de los estrógenos (Lorenzo y cols., 2006).

Los valores normales de gonadotropinas en mujeres con ciclos ovulatorios oscilan entre 5-20 UI/l en fase folicular precoz (Lorenzo y cols., 2006).

Respecto a las dos hormonas ováricas que produce esta glándula cabe destacar la siguiente información.

La Hormona Folículo Estimulante (FSH) estimula el crecimiento y desarrollo de los folículos primarios en el ovario y actúa sobre las células granulosas, que producen estrógenos tanto directamente como transformando los andrógenos (Lorenzo y cols., 2006; Moore y Persaud, 1999; y Wells, 1992).

La Hormona Luteínica (LH) es la responsable de la producción y secreción de estrógenos, de la ovulación (liberación del oocito secundario), estimula a las células foliculares y al cuerpo amarillo (cuerpo lúteo) para que produzcan progesterona, estimula a las células de la teca ovárica para la producción de andrógenos y contribuye a la formación del cuerpo lúteo (Lorenzo y cols., 2006; Moore y Persaud, 1999; y Wells, 1992).

1.1.1.3. GÓNADAS

Desde que en la década de los veinte se descubrieron los estrógenos y la progesterona, se sabe que el ovario es, al menos, una glándula doble y que consta de dos aparatos inductores independientes: el folículo, que produce estrógenos, principalmente estradiol, y el cuerpo amarillo, que produce progestágenos, principalmente progesterona. En el ovario hay una tercera glándula, el intersticio ovario, que produce andrógenos, principalmente testosterona y androstendiona. Podemos hablar así del ovario como de una glándula múltiple con tres compartimentos diferentes: el folículo, el cuerpo amarillo y el intersticio, formado este último por la teca del folículo en desarrollo, por la teca de los folículos atréticos, por la teca cortical del ovario postmenopáusico y por las masas fibrotecales centrales del ovario. Así como los dos primeros compartimentos están enlazados entre sí por el ciclo, y están además muy bien delimitados, el tercer compartimento es un poco difuso, no tiene movimientos cíclicos y tienen además la extraña y paradójica propiedad de segregar hormona masculina (Figura 2).

La FSH hipofisaria estimula el compartimento folicular y la LH, también de la hipófisis, estimula a la vez el cuerpo amarillo y el intersticio (Botella y Clavero, 1993).

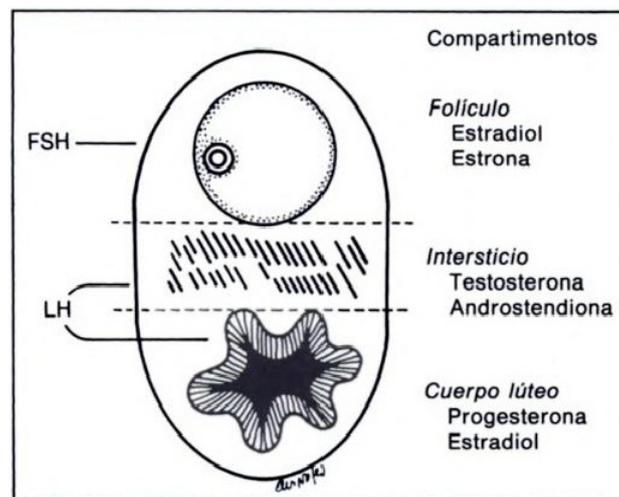


Figura 2. Los tres compartimentos ováricos: folículo, productor de estrógenos; cuerpo lúteo, productor de gestágenos a la vez que estrógenos; intersticio, que fabrica andrógenos. La FSH es el estímulo específico del primer compartimento, mientras que la LH lo es de los otros dos.

Figura extraída de *Tratado de ginecología: fisiología, obstetricia, perinatología, ginecología (14a ed)*, Botella y Clavero, (1993), pp. 46.

Respecto a los estrógenos, el principal sintetizado en la edad fértil y el más potente es el estradiol que se sintetiza principalmente en el ovario. Las tasas de estradiol varían a lo largo

del ciclo. Los estrógenos son producidos por el cuerpo lúteo y por la aromatización de los andrógenos en la granulosa ovárica. Se liberan de manera creciente hasta 24-36 horas antes de la ovulación y tienen otro pico en la fase lútea. En el ovario inducen la producción de receptores de la FSH. Los niveles altos de estrógenos producen un “efecto gatillo” y disparan la producción de LH, mientras que cuando los niveles son bajos o moderados inhiben a la FSH (Lorenzo y cols., 2006).

La misión principal de los estrógenos en el ciclo menstrual consiste en estimular el crecimiento del endometrio uterino, provocando un aumento tanto del número de células (hiperplasia) como del tamaño de las mismas (hipertrofia). Los estrógenos ejercen también un importante papel de realimentación sobre la secreción de la hormona GnRH y sobre las gonadotropinas propiamente dichas. Las bajas concentraciones de estrógenos en plasma durante la fase folicular inicial inhiben a las neuronas del hipotálamo que segregan la GnRH, inhibiendo de este modo la liberación de gonadotropinas desde la adenohipófisis. En la última fase folicular, sin embargo, el aumento en las concentraciones de estrógenos (conocido como el aumento de estradiol previo a la ovulación) hace que las células de la adenohipófisis segregan más LH (y también, aunque en menor grado, FSH) como respuesta a la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) y puede estimular asimismo las neuronas del hipotálamo que segregan GnRH. Esta estimulación positiva de realimentación de la secreción de LH (y de FSH) induce el aumento en LH, que provoca la ovulación (Wells, 1992).

Los estrógenos tienen las siguientes acciones: estimulan la aparición y mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios femeninos; ligero efecto anabolizante, disminución del colesterol total y betalipoproteínas, aumenta HDL (lipoproteínas de alta densidad, del inglés, High Density Lipoprotein), retención de agua y sodio y retención de fosforo; impiden la reabsorción ósea; y vasodilatación (Lorenzo y cols., 2006).

Los estrógenos afectan a la salud de la mujer al reducir el nivel de colesterol total del cuerpo y al aumentar la fracción lipoproteínica de alta densidad del colesterol (Wells, 1992). Se cree que estos dos factores son los responsables de la menor incidencia de enfermedades coronarias en las mujeres premenopáusicas en relación con las sufridas por los hombres de la misma edad (Wells, 1992). Los estrógenos afectan también a la estructura ósea de la mujer y en consecuencia a la salud de los huesos (Wells, 1992).

En relación a la progesterona, su secreción aumenta en la segunda fase del ciclo (secretora), por la secreción del cuerpo lúteo, alcanzando sus niveles máximos 8 días después del pico de LH. Su dosificación sirve para confirmar la existencia de ovulación y valorar la calidad del cuerpo lúteo (Lorenzo y cols., 2006). Su acción fundamental es la preparación del endometrio para la gestación y el mantenimiento de la misma (Lorenzo y cols., 2006; y Wells, 1992).

La progesterona juega también un papel en la regulación del ciclo menstrual. Las altas concentraciones de progesterona en el plasma, en la presencia de estrógenos, inhiben a las neuronas del hipotálamo que segregan GnRH, ocasionando una inhibición de la realimentación negativa de la secreción de la FSH y de la LH. La progesterona inhibe asimismo las contracciones uterinas de modo que el óvulo que se haya implantado pueda ser retenido. La progesterona aumenta los elementos glandulares en las mamas, pero la verdadera producción de leche es una función de la prolactina (Wells, 1992). Aumenta la viscosidad del moco cervical debido a la disminución de su contenido en ácido siálico y de su cantidad, dificultando el paso de nuevos espermatozoides y aumenta el metabolismo (Lorenzo y cols., 2006).

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 (Botella y Clavero, 1993; y Wells, 1992), pudiendo encontrar temperaturas mayores de 37°C tras la ovulación (Lorenzo y cols., 2006). En la Figura 3 se observa la gráfica de temperatura basal normal, en la que durante la fase folicular del ciclo, como el estradiol no es hipertermizante, la temperatura permanece baja. A partir de la ovulación, y con la formación del cuerpo amarillo y de su hormona, la temperatura se eleva de medio a un grado C° (Botella y Clavero, 1993). Este aumento es empleado a veces como un indicador de que la ovulación ya se ha producido y que ha sido atribuida a la progesterona (Wells, 1992). Esta hormona ocasiona también un aumento en la excreción de agua y sodio por el riñón, de modo que es poco probable que la progesterona sea responsable de la retención de agua y que algunas mujeres experimentan durante la última fase del ciclo menstrual (Wells, 1992).

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

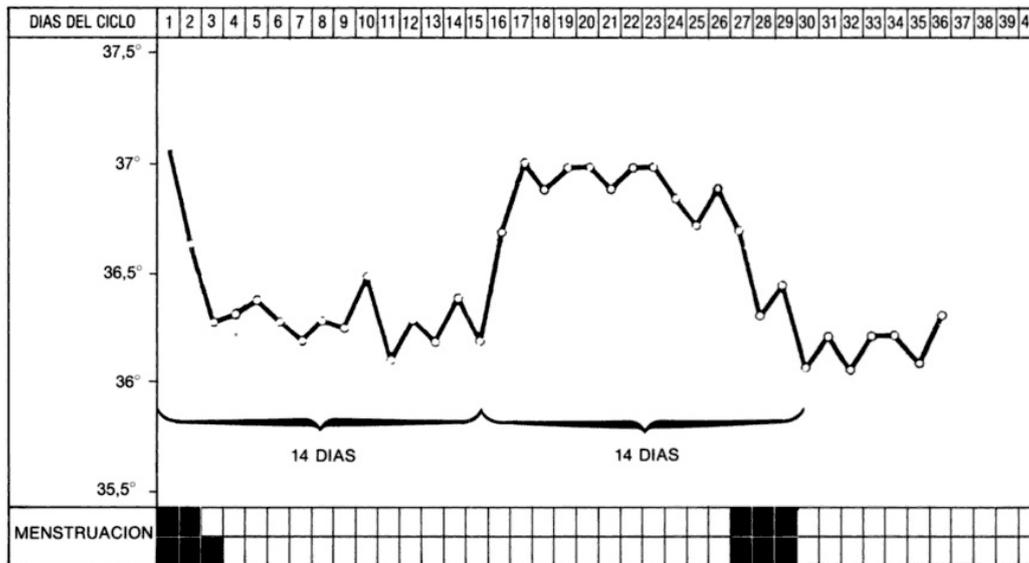


Figura 3. Temperatura basal típica en un ciclo bifásico.

Figura extraída del *Tratado de ginecología: fisiología, obstetricia, perinatología, ginecología (14a ed)*, Botella y Clavero, (1993), pp. 43.

1.1.2. CICLO REPRODUCTIVO DE LA MUJER

El ciclo reproductivo de la mujer se refieren a todos los eventos que se producen durante aproximadamente un mes en la mujer adulta en edad reproductiva. Un resumen de algunos de los eventos que se producen durante el ciclo se muestra en la Figura 4 (Feher, 2012), Figura 5 (Wells, 1992) y Figura 6 (Botella y Clavero, 1993).

La duración media del ciclo genital femenino es de 28 días (Lorenzo y cols., 2006; Moore y Persaud, 1999; Feher, 2012; y Wells, 1992), considerándose normal y pudiendo variar entre 21-35 días (Lorenzo y cols., 2006); 23-35 (Moore y Persaud, 1999); 25-30 (Feher, 2012); 20-38 (Wells, 1992). Aproximadamente el ciclo tiene esa duración (28 días) en un 40% de las mujeres, en un 35% los ciclos son más largos o más cortos y en un 15% son irregulares o variables (Escobar y cols., 2010).

En el ciclo menstrual se distinguen tres fases, comenzando desde el primer día de la última regla, en el que se inició el flujo menstrual, que se considera el primer día del ciclo (Lorenzo y cols., 2006; y Moore y Persaud, 1999).

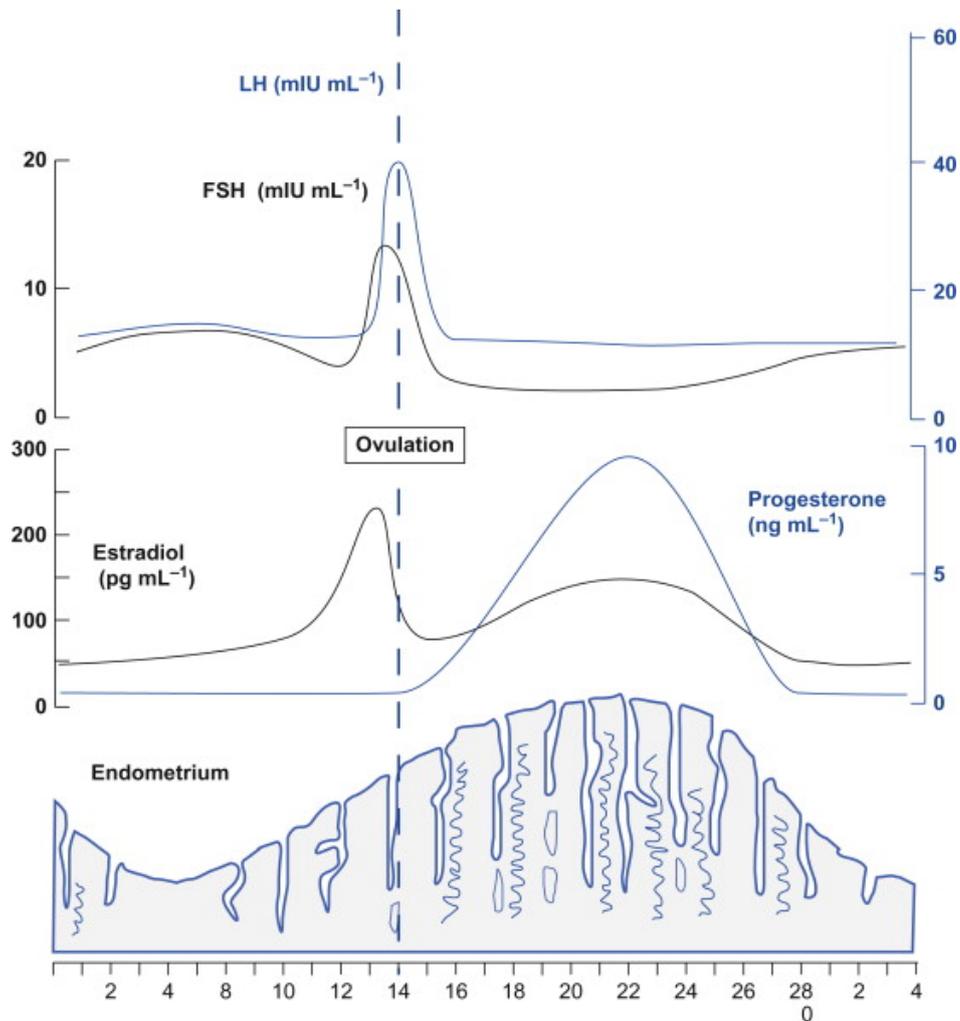


Figura 4. Resumen de algunos de los eventos en el ciclo menstrual femenino en edad reproductiva. La secreción de estradiol por un folículo en maduración aumenta gradualmente y ejerce un feedback positivo en liberación de LH y FSH por gonadotropas de la pituitaria anterior. El pico de LH y FSH provoca la ovulación o liberación del óvulo desde el folículo dominante. El aumento de los niveles de estradiol en la fase folicular del ciclo, aumenta el grosor y la vascularización de la mucosa uterina. Después de la ovulación, los niveles de progesterona se elevan y alteran la tortuosidad vascular de la mucosa uterina y promueve el almacenamiento de glucógeno dentro de ella. La pérdida abrupta de la progesterona y estradiol, si no se produce el embarazo, provoca contracciones espasmódicas de los vasos sanguíneos del útero y de los músculos uterinos. La isquemia resultante produce necrosis (muerte celular) y se condensa el revestimiento y se degenera.

Figura extraída de *Quantitative Human Physiology: An Introduction*, Feher, (2012), pp. 850.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

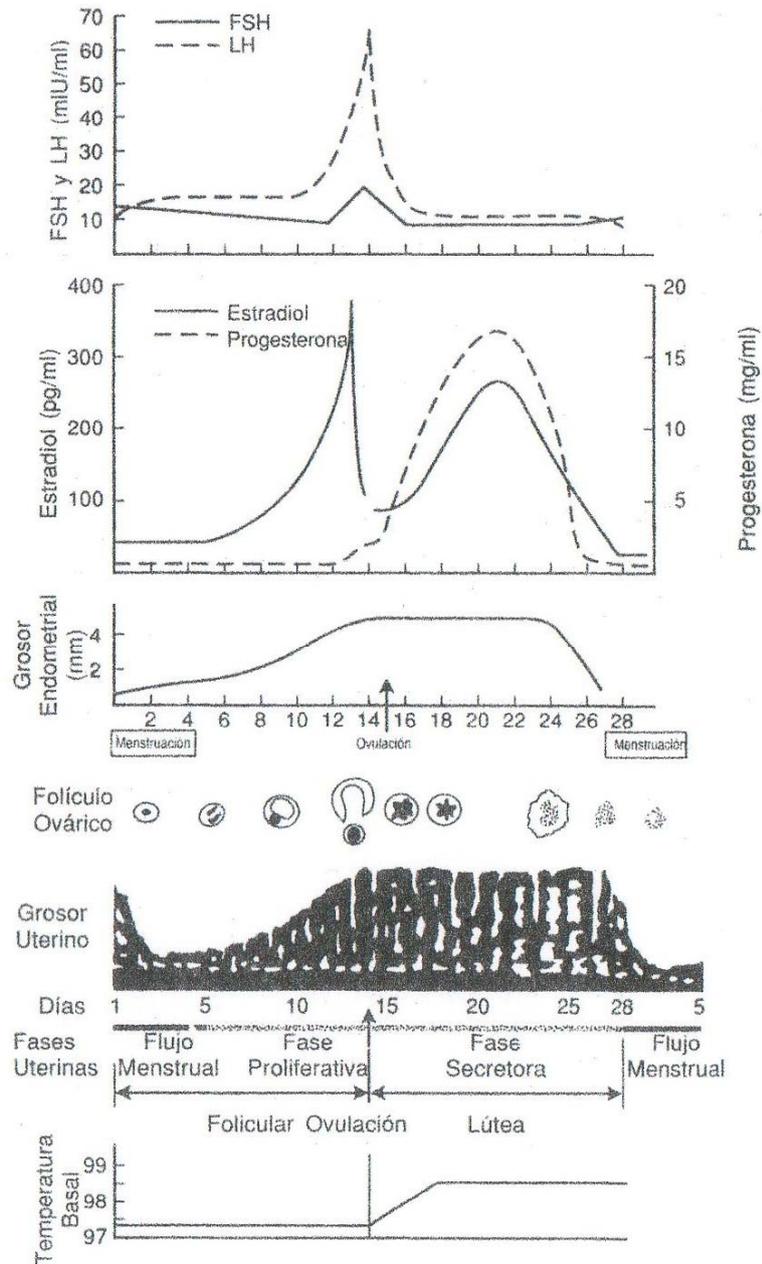


Figura 5. Resumen de los cambios en las concentraciones hormonales plasmáticas, endometriales y ovárica, y en la temperatura corporal basal durante el ciclo menstrual.

Figura extraída de *Mujeres, Deporte y Rendimiento (perspectiva fisiológica) vol. 2*, Wells, (1992), pp. 105.

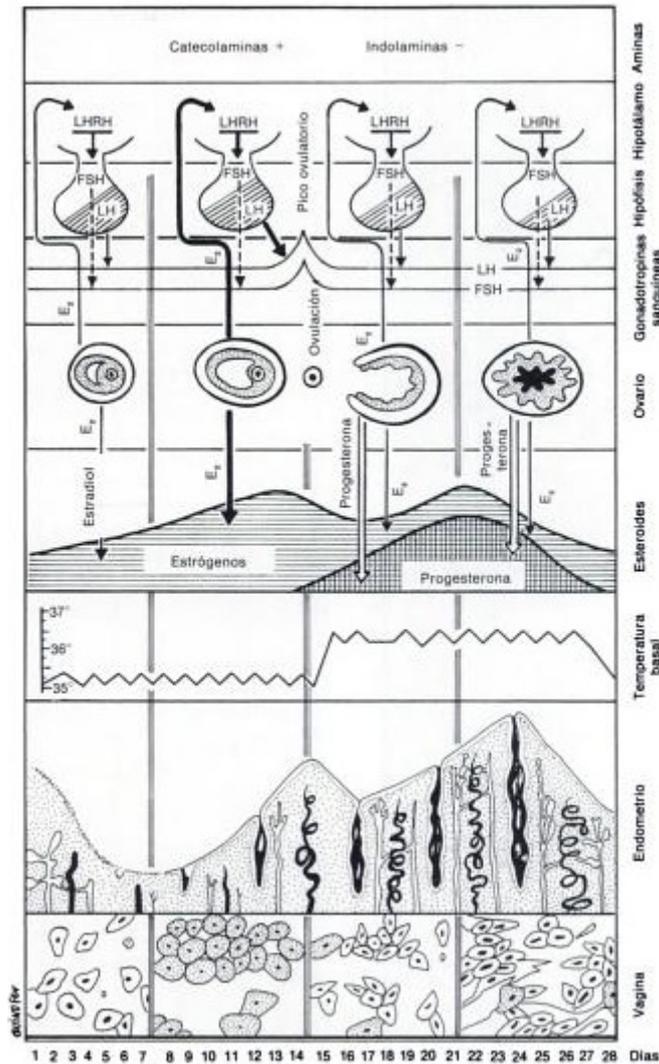


Figura 6. Esquema del ciclo en la mujer, con todos los órganos que participan en él. El ciclo central es el del ovario con la ovulación situada en su centro. El ovario obedece a la hipófisis (pico ovulatorio de LH) y la hipófisis produce FSH o LH alternativamente según las órdenes hipotalámicas (Hormona Liberadora de la Hormona Luteinizante, LHRH). El hipotálamo, a su vez, está supeditado a las monoaminas (catecolaminas e indolaminas). El ovario segrega y provoca una onda hormonal en la sangre que es la causa de la elevación postovulatoria de la temperatura basal, del ciclo uterino y del ciclo vaginal, entre otras cosas.

Figura extraída de *Tratado de ginecología: fisiología, obstetricia, perinatología, ginecología (14a ed)*, Botella y Clavero, (1993), pp. 27.

1.1.2.1. CICLO ENDOMETRIAL

El ciclo menstrual o endometrial es el periodo durante el cual el oocito madura, es ovulado y penetra en la trompa uterina. Las hormonas secretadas en folículos ováricos y cuerpo amarillo (estrógeno y progesterona) producen cambios cíclicos en el endometrio uterino (Figura 7) que constituyen el ciclo endometrial; también suele llamarse ciclo menstrual o periodo porque un fenómeno obvio es la menstruación (flujo de sangre del útero) (Moore y Persaud, 1999).

El endometrio normal es un reflejo del ciclo ovárico porque responde a las concentraciones fluctuantes de las hormonas del ovario, en forma constante. Las hormonas del ovario causan cambios cíclicos en la estructura del aparato de la reproducción, en especial en el endometrio. Aunque con fines descriptivos, el ciclo menstrual se divide en tres fases y se debe insistir que el ciclo menstrual es un proceso continuo, en el que cada fase pasa en forma gradual hacia la siguiente (Moore y Persaud, 1999).

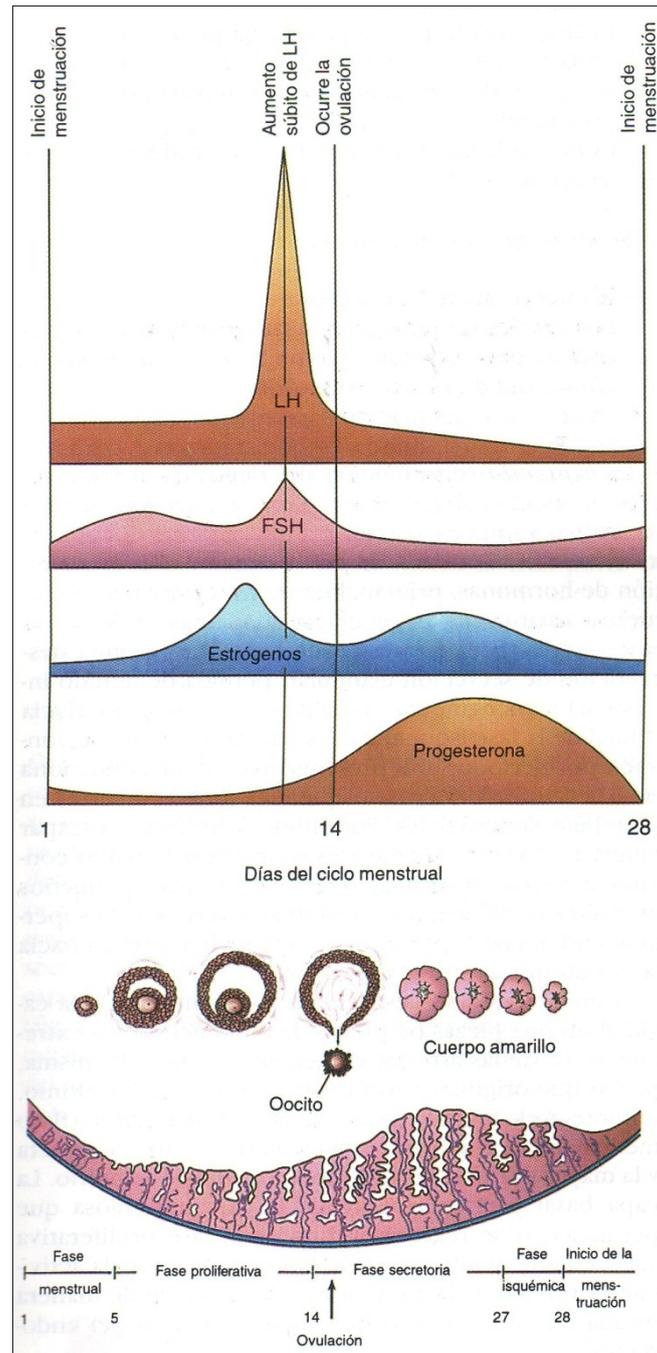


Figura 7. Diagrama ilustrativo de los niveles sanguíneos de varias hormonas durante el ciclo menstrual. La FSH estimula los folículos ováricos para que se desarrollen y produzcan estrógenos. Los niveles de estrógeno se elevan hasta alcanzar el pico, inmediatamente antes de que el ascenso súbito de LH induzca la ovulación, que normalmente acontece 24 a 36 horas después de este ascenso de la LH. Si la fecundación no se produce, los niveles circulantes de estrógenos y progesterona caen. Esta reducción hormonal determina la regresión del endometrio y que la menstruación vuelva a presentarse.

Figura extraída de *Embriología Clínica (6ª ed.)*, Moore y Persaud, (1999), pp. 31.

- FASE FOLICULAR (Proliferativa)

La fase folicular va desde el 4º día hasta el día 14 del ciclo (Lorenzo y cols., 2006) con una duración alrededor de 9 días (Moore y Persaud, 1999).

Se produce una regeneración a partir de los fondos de saco glandulares, aumenta el espesor glandular, vascular y estromal; y al final, hay un plegamiento glandular y pseudoestratificación, y todo gracias a la acción estrogénica (Lorenzo y cols., 2006). Por ello, se le denomina también fase estrogénica.

Durante esta fase de reparación y proliferación el endometrio se engruesa de dos a tres veces y se incrementa su contenido en agua. En el inicio, de nuevo se forma el epitelio de superficie y cubre el endometrio. Aumentan el número y longitud de glándulas y se alargan las arterias espirales (Moore y Persaud, 1999).

Los estrógenos procedentes del folículo o folículos en desarrollo causan la división celular en el recubrimiento del endometrio para reparar el área despojada. A medida que un folículo de Graaf se desarrolla y segrega más estrógenos, las células glandulares del endometrio proliferan rápidamente. La capa celular, que recibe la denominación de “functionalis”, es extremadamente sensible a las hormonas del ovario. Entonces los vasos sanguíneos se desarrollan, alargándose con una rapidez desproporcionadamente mayor que la del aumento del grosor del endometrio. En consecuencia, se tuercen y enrollan y reciben la denominación de arterias espirales y venas espirales (Wells, 1992).

- FASE LÚTEA (Secretora)

La fase lútea o secretora (Wells, 1992; y Lorenzo y cols., 2006), o secretoria o progestacional (Moore y Persaud, 1999) comienza tras la ovulación (día 14) hasta el día 28 que es cuando comienza el primer día de la menstruación del siguiente ciclo. Esta fase tiene una duración de alrededor de 13 días, y coincide con la formación, funcionamiento y crecimiento del cuerpo amarillo (Moore y Persaud, 1999).

Después de ser expulsado del folículo, las células del folículo desgarrado se luteinizan y se convierten en un cuerpo lúteo, que produce estrógenos y progesterona y alcanza su actividad máxima a los 8 días más o menos después de la ovulación. Durante los 8 días de intensa actividad del cuerpo lúteo, el endometrio entra en la fase progestacional, o secretora. El recubrimiento espeso del endometrio sigue siendo altamente sensible a la progesterona, al

aumento de enzimas, y los tejidos glandulares producen secreciones (de ahí el término de fase secretora). Las glándulas de la capa superficial del functionalis se dilatan a medida que se llenan con materiales ricos en glucógeno, proteínas, lípidos, y enzimas. El nivel más elevado de actividad metabólica se produce alrededor del día 21 ó 22, cuando el endometrio ha cumplido completamente el trabajo de facilitar un lugar acolchado y nutritivo para la implantación del óvulo fecundado. Si el óvulo ha sido fertilizado, la implantación se produce más o menos en este momento (Wells, 1992).

En definitiva, esta fase se caracteriza por el desarrollo de glándulas secretoras en el endometrio y la predominancia del cuerpo lúteo. El crecimiento y desarrollo de la capa endometrial hace posible que el útero sostenga un feto, lo cual es el propósito último de un ciclo menstrual (Wells, 1992).

Si ocurre la fecundación: se producen la segmentación del cigoto y la blastogénesis (formación del blastocito); el blastocito comienza a implantarse en el endometrio alrededor del sexto día de la fase secretoria (día 20 de un ciclo de 28 días); la hCG (Gonadotropina Coriónica humana) una hormona producida por el sincitiotrofoblasto del corion, conserva la secreción de estrógenos y progesterona por el cuerpo amarillo y continúa la fase secretoria y no se produce la menstruación (Moore y Persaud, 1999).

Pero si no ocurre la fecundación: el cuerpo amarillo o lúteo degenera; los niveles de estrógeno y progesterona caen y el endometrio secretorio pasa a la fase isquémica, el último día de la fase secretoria ocurre la menstruación (Moore y Persaud, 1999). Lo que se sabe es que la función luteínica necesita un nivel basal continuo de LH (la FSH no es precisa) y que, a medida que el cuerpo lúteo envejece, el nivel de los receptores de LH cae (Wells, 1992).

- **FASE MENSTRUAL (fase de descamación o menstruación)**

El primer día de la menstruación es el inicio del ciclo menstrual. Se la considera generalmente como la primera fase del ciclo debido a la facilidad de determinar el día 1 (en realidad marca el final del ciclo menstrual). Esta fase hemorrágica o menstruación abarca entre los días 1-3 del ciclo (Lorenzo y cols., 2006) o desde el día 1 hasta el 4 o 5 (Wells, 1992; y Moore y Persaud, 1999).

Durante esta fase de hemorragia menstrual o degeneración endometrial, la capa funcional endometrial se descama debido a la privación hormonal, al factor vasoconstrictor

y a un drenaje linfático insuficiente (Lorenzo y cols., 2006). Por lo que se desprende y elimina hacia la cavidad uterina piezas pequeñas de endometrio, los extremos rotos de las arterias que vierten sangre hacia la misma.

La isquemia (disminución del riego) da al endometrio un aspecto pálido y ocurre a medida que se contraen las arterias espirales, de manera intermitente. Esta constricción arterial es causada por la disminución de secreción de hormonas, principalmente progesterona, por el cuerpo amarillo en degeneración. Además de los cambios vasculares, la supresión de hormonas origina desaparición de secreción glandular, pérdida de líquido intersticial y encogimiento notable del endometrio. Hacia el final de la fase isquémica, las arterias espirales se contraen por periodos más prolongados, lo que condiciona estasis venosa y necrosis isquémica difusa (muerte) en los tejidos superficiales. Por último, comienza a escapar sangre a través de las paredes rotas hacia el tejido conjuntivo vecino (estroma). Pronto se forman pequeños depósitos de sangre que se rompen a través de la superficie endometrial, por lo que originan hemorragia hacia la luz uterina y por la vagina (Moore y Persaud, 1999).

La hemorragia menstrual y el desprendimiento del tejido en proceso de degeneración dan como resultado una reorganización del lecho vascular y la estabilización de la actividad circulatoria al nivel basal del endometrio. La hemorragia es principalmente arterial, pero se pierde más tejido que sangre. La verdadera hemorragia se produce durante un período relativamente corto de tiempo, y aproximadamente unos 50 ml (Wells, 1992), o se originan pérdidas de 20 a 80 ml (Moore y Persaud, 1999) de sangre, secreciones glandulares, y fragmentos de tejido fluyen desde la cavidad uterina hacia fuera de la vagina. Se elimina la totalidad de la capa compacta y la mayor parte de la capa esponjosa del endometrio.

La sangre menstrual no se coagula hasta que alcanza la vagina debido a que algunos de los factores de coagulación que normalmente se hallan en la sangre son destruidos por las enzimas del útero. Los coágulos que aparecen con un flujo grande, son una combinación de grupos de glóbulos rojos de la sangre, moco, glucógeno y glucoproteínas (Wells, 1992).

Los tejidos del pecho responden también a las secreciones máximas de hormonas ováricas. Una sensación de tensión puede producirse durante la ovulación por causa de la retención de fluidos en el tejido glandular. Esto tiende a ocurrir también varios días antes de la

menstruación. Con el inicio del flujo menstrual se experimenta una sensación de alivio (Wells, 1992).

Como se puede ver, el ciclo menstrual es un fenómeno biológico complicado. La tensión emocional y el ejercicio pueden afectar esta función (Wells, 1992). Los efectos del ejercicio sobre la función menstrual y de la función menstrual sobre el rendimiento en el ejercicio se tratan en los siguientes apartados.

En relación al ciclo menstrual, existen los siguientes conceptos de las diferentes alteraciones del mismo (Tabla 1), como son la oligomenorrea: ciclos menstruales que duran más de 35 días, es decir, las mujeres tiene pocas reglas a lo largo del año y se suele deber a oligo o anovulación (SOP, Síndrome de Ovario Poliquístico); polimenorrea: ciclos menstruales de menos de 21 días; hipermenorrea: sangrado menstrual muy abundante; hipomenorrea: sangrado menstrual poco abundante; dismenorrea: dolor habitual en la menstruación, si es primaria es idiopática, aunque también puede ser secundaria a endometriosis o quistes de ovario; metrorragia: sangrado a intervalos irregulares; menometrorragia: sangrado irregular excesivo; y spotting periovulatorio: pequeño sangrado en los días circundantes a la ovulación por el pico de estrógenos previo.

Tabla 1.

Alteraciones del ciclo sexual bifásico.

		Intervalo	Duración	Cantidad
Alteraciones del ritmo	Polimenorrea	<21 días	2-7 días	50-120 ml
	Oligomenorrea	35-90 días	2-7 días	50-120 ml
	Amenorrea secundaria	>90 días	-	-
Alteraciones de la cantidad	Hipermenorrea	25-35 días	≥7 días	>120 ml
	Hipomenorrea	25-35 días	<2 días	<50 ml

Tabla extraída de *Ginecología (2ª ed)*, Gori y Lorusso, (2001), pp. 139-146.

Para evitar confusiones las fases menstruales en el presente trabajo son denominadas como fase menstrual, fase folicular y fase lútea.

1.2. EL CICLO MENSTRUAL Y EL RENDIMIENTO DEPORTIVO

El ciclo menstrual humano ha sido históricamente el foco de mitos y de desinformaciones, lo que ha llevado a ideas que limitan las actividades de las mujeres.

En los últimos 30 años, la participación de las mujeres y niñas en las actividades físicas y en el deporte de competición ha aumentado de manera exponencial. Igual de importante, han sido los cambios progresivos en la sociedad y en la cultura en todo el mundo hacia la aceptación de la mujer en el mundo deportivo, históricamente y tradicionalmente masculino. Actualmente, las mujeres compiten en los niveles más altos en la mayoría de los deportes, algunos de los cuales se jugaron previamente por los hombres solamente, como el hockey sobre hielo, lucha libre y el rugby. Los Juegos Olímpicos de Verano de Londres 2012 marcó la introducción del boxeo femenino como la plena participación deportiva de la mujer (Lebrun, Joyce y Constantini, 2013).

Muchas son las diferencias que en cuanto a las características fisiológicas muestran los hombres frente a las mujeres. Estas diferencias fisiológicas afectan a la respuesta al ejercicio, y en consecuencia al diferente rendimiento deportivo. Diferencias en la composición corporal, el metabolismo del calcio y del hierro, el tamaño de órganos y aparatos, así como las diferencias en la edad de maduración que afectan al rendimiento y a los patrones de ejercicio físico en las mujeres jóvenes (León, 2000). Otros cambios, como el embarazo y la menstruación modifican también esta respuesta desde el punto de vista fisiológico y psicológico. Tanto las diferencias fisiológicas como las psicológicas que caracterizan a las mujeres persistirán, por lo que parece necesario un mejor conocimiento de las mismas para comprender y obtener mejores resultados desde el punto de vista del rendimiento deportivo.

Según el artículo de Constantini y cols., (2005), desde hace mucho tiempo, mujeres atletas, entrenadores, médicos profesionales e investigadores han estado interesados en las posibles fluctuaciones de los ciclos menstruales sobre el rendimiento deportivo, debido a los diferentes efectos de las hormonas esteroideas sexuales. Por un lado, el estrógeno en sus diversas formas es el responsable del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y el patrón femenino típico, con la deposición de grasa en los senos, nalgas y muslos. Los estudios han demostrado que el estrógeno puede influir en el sistema cardiovascular, incluyendo la tensión arterial (TA), la frecuencia cardíaca (FC) y el flujo vascular, el sustrato metabólico, e incluso el propio cerebro. Por otro lado, la progesterona puede tener, en muchos aspectos, acciones antiestrogénicas y androgénicas. La progesterona y otras progestinas, parecen afectar principalmente a la termorregulación, ventilación y, en menor medida, a la elección y el uso de sustrato para las necesidades energéticas. Por lo que el estrógeno y la progesterona circulante, causan variaciones en los niveles de muchos parámetros cardiovasculares, respiratorios y metabólicos, con consecuencias posteriores para la fuerza y el rendimiento aeróbico y

anaeróbico (Constantini y cols., 2005). Se sabe mucho menos sobre los efectos de los diversos andrógenos en las mujeres deportistas, que se encontraron niveles elevados en algunas atletas con disfunción menstrual (Constantini y Warren, 1995; y Rickenlund y cols., 2003). Las progestinas usadas actualmente en los anticonceptivos orales tienen diferentes acciones estrogénicas, progestágena y androgénica. Muchas otras hormonas, como la hormona del crecimiento y el cortisol, también se ven afectadas, lo que confunde aún más la comprensión de los resultados experimentales (Constantini y cols., 2005).

Según Lebrun y cols., (2013), los primeros estudios fueron retrospectivos y no específicos, con importante sesgo en los términos de las fases del ciclo menstrual.

Los esteroides sexuales de estrógeno y progesterona individuales pueden tener efectos antagónicos, sinérgicos, o aditivos, y además, sus concentraciones relativas cambian durante el curso de un ciclo menstrual ovulatorio (Goodman y Warren, 2005). Además, se ha demostrado que los niveles hormonales aumentan con el ejercicio físico (Montagnani, Arena y Maffuli, 1992).

El rendimiento físico máximo requiere que una serie de funciones mentales y físicas actúen de forma óptima. Las hormonas femeninas pueden afectar a muchos de estos factores, por lo que el ciclo menstrual con sus cambios en los niveles de estrógeno y progesterona puede influir en el rendimiento de muchas maneras. La presencia relativamente común en las atletas de algunos cambios o características de su ciclo menstrual (como amenorrea, oligomenorrea, anovulación o fase lútea corta) complica aún más el panorama.

La relación entre el ejercicio físico y el ciclo menstrual ha sido y es muy estudiada, pero en muchos de ellos llegan a conclusiones contradictorias.

Según el estudio de Lebrun (1993), en estudios retrospectivos sobre el ciclo menstrual y el rendimiento, del 37 a 63% de las atletas no informó detrimento en cualquiera de las fases del ciclo, mientras que del 13 al 29% reportó una mejoría durante la menstruación. Los mejores resultados fueron en general en los días postmenstruales inmediatos, con las peores actuaciones durante el intervalo premenstrual y los primeros días de flujo menstrual. Sin embargo, este tipo de estudio está limitado por la falta de fundamentación de las fases del ciclo. Por otro lado, las nadadoras empeoraron los tiempos de nado en la fase premenstrual,

con una mejora durante la fase menstrual y en el octavo día del ciclo. Mientras que en el esquí de fondo, los mejores tiempos se registraron en las fases postovulatoria y postmenstrual.

Según Janse de Jonge (2003), mayoría de los estudios informan que no hay cambios durante el ciclo menstrual en el consumo máximo de oxígeno, la respuesta del lactato durante el ejercicio, el peso, el volumen plasmático, la concentración de hemoglobina, la FC y la ventilación.

Una investigación examinó los efectos del ciclo menstrual sobre el rendimiento de un total de 241 atletas de élite, formada por 48 mujeres de taekwondo, 76 judocas, 81 jugadoras de voleibol y 36 jugadoras de baloncesto, en el que el 27,8% de la muestra participaba en competiciones regionales, el 46,1% participaba en competiciones nacionales, y el 26,1% participaba en competiciones internacionales (Kishali, Imamoglu, Katkat, Atan y Akyol, 2006).

La mayoría de las atletas que dijo que tienen un período de menstruación dolorosa, durante la competición su dolor disminuyó. El número de atletas que se sentía bien antes y durante la menstruación fue significativamente mayor. Entre los períodos de menstruación, las atletas dijeron que se sentían mejor en los primeros 14 días que en los segundos 14 días. Cuando se compararon el período de no menstruación y el período de menstruación los atletas dijeron que su rendimiento no cambió. Por lo que el rendimiento físico no es afectado por el período menstrual y el dolor disminuyó durante el entrenamiento y la competición (Kishali y cols., 2006).

Carvajal (2008), encontró que el ciclo menstrual de jóvenes deportistas vallecaucanas (Colombia) influye en el rendimiento deportivo. Según este artículo, durante las fases premenstruales, menstruales y ovulatorias del ciclo, las capacidades físicas de deportistas de alto rendimiento disminuyen. Por el contrario, durante las fases postovulatorias y postmenstruales, la fuerza, la resistencia y la velocidad aumentan. El estudio informó que las fases con mejor rendimiento coinciden con el incremento de la producción de estrógenos y progesterona, que posiblemente sean determinantes para el rendimiento deportivo.

Una investigación más reciente (Fernández, Muñiz y Llerena, 2010), realizada con estudiantes de secundaria, los resultados fueron significativamente mejores durante la fase luteínica al compararlas con la fase folicular del ciclo menstrual en la resistencia cardiorrespiratoria (tiempo en los 800m) y en la fuerza resistencia de los miembros superiores (máximo número de flexiones sin límite de tiempo; y máximo número de abdominales) (Fernández y cols., 2010). Por otro lado, es necesario destacar que muchas de las mujeres estudiadas con síntomas premenstruales, tales como la retención de líquidos, aumento de peso, cambios de humor y

dismenorrea tienen disminución del rendimiento (Lebrun, 1993). Tales factores también se han relacionado causalmente con un aumento de las lesiones musculoesqueléticas traumáticas durante el período premenstrual y menstrual. La coordinación neuromuscular, la destreza manual y el tiempo de reacción para pruebas complejas, han demostrado estar perjudicadas en mujeres con síndrome premenstrual o con algunos de los síntomas. Además, no todas las mujeres sufren al mismo nivel los síntomas premenstruales (Lebrun, 1993). De hecho, algunas inclusive reportan mejoría de la dismenorrea y regulación del ciclo menstrual con la práctica regular del ejercicio (Casares, 2006). En un gran número de casos aparecen modificaciones favorables suscitadas por la actividad física moderada, por ejemplo las menstruaciones son menos abundantes, disminuyen los dolores menstruales, se regula el ciclo menstrual y disminuye o desaparece la dismenorrea (Casares, 2006).

Por tanto, existen conclusiones confusas sobre cómo afecta la función menstrual al rendimiento físico, aunque parece estar más claro que en mujeres con dismenorrea aguda tengan un rendimiento físico alterado por causa de la fase menstrual. No obstante, estos biorritmos fisiológicos y psicológicos tienen una influencia sobre el rendimiento que merece un estudio detallado. Existe posiblemente una fase del ciclo en el que una deportista puede ser más o menos eficiente, y las diferencias pueden ser tan pequeñas que en los resultados cotidianos puede no resultar apreciable. En niveles de rendimiento de élite, estas ligeras variaciones pueden ser más significativas, así como existir mujeres deportistas más "sensibles" a estas pequeñas diferencias que otras. En todos estos casos los programas de entrenamientos de cada deportista en lugar de emplear el mismo programa para todo un equipo, deben ser considerados muchas variables cuando se planea un programa semejante y por supuesto, el ciclo menstrual es una de las importantes. Para algunas mujeres (y quizás para todas), la yuxtaposición del ciclo menstrual y el programa de entrenamiento para determinar cuándo se realizarán los ejercicios más duros, cuándo se llegará al punto más alto en el grado de entrenamiento, y cuándo es necesario descansar puede ser de extrema importancia.

Diversos autores refieren que se han obtenido records mundiales y olímpicos en cualquiera de las fases del ciclo menstrual (Kapilen y Arrey, 1984; Bone, Leng y Neil, 1989; y Fernández, 1989), lo que refuerza el criterio de que cuanto más elevado es el nivel de entrenamiento, menor es el efecto de cada fase en el rendimiento deportivo. Eso explicaría el porqué un gran porcentaje de deportistas olímpicas ha obtenido sus mejores rendimientos durante la fase menstrual.

Además, al principio del embarazo y poco después del parto, las mujeres han participado con éxito en todos los niveles del deporte competitivo. Fanny Blankers-Koehn, apodada “ama de casa voladora holandesa”, constituye uno de los más conocidos ejemplos de que el rendimiento deportivo máximo no es incompatible con la función procreadora normal. En 1948, ganó cuatro medallas olímpicas estando embarazada, y después, siendo madre, estableció cuatro récords del mundo (París, 2007).

Los esteroides sexuales femeninos influyen en una multitud de parámetros fisiológicos (Frankovich y Lebrun, 2000) y juegan un papel vital en el rendimiento deportivo y en la recuperación, por lo que deben ser tenidos en cuenta por los entrenadores para maximizar los resultados del entrenamiento (Hartgens y Kuipers, 2004). El ciclo menstrual en concreto puede afectar con las fluctuaciones de las hormonas importantes como la testosterona, el estrógeno, la progesterona, la hormona del crecimiento (GH) y el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) (Janse de Jonge, Boot, Thom, Ruell y Thompson, 2001). La evaluación de las funciones de las diversas hormonas como las relaciones de causa y efecto entre el ciclo menstrual y las respuestas al ejercicio puede ser compleja (Burgess, Pearson y Onambélé, 2010). El estado de forma, el nivel de entrenamiento de atletas y la nutrición, pueden influir en los valores metabólicos y hormonales (Reilly, 2000; y Hauswirth y Le Meur, 2011).

Por otro lado, las hormonas esteroideas tales como los andrógenos, las hormonas suprarrenales y las hormonas ováricas interactúan con las proteínas transportadoras específicas en los tejidos (Llewellyn, 2010).

La dehidroepiandrosterona (DHEA) y su metabolito androsterona (A) son esteroides naturales secretados en altas cantidades por el cuerpo humano. Un estudio investigó si existía influencia de la ingesta de anticonceptivos de vía oral, la fase del ciclo menstrual y el ejercicio físico (entrenamiento) en las excreciones de estos metabolitos (Bayle y cols., 2009). Para ello analizaron la orina de 28 mujeres de 18 a 30 años de edad, de las cuales, 16 de ellas no entrenaban de forma regular y 12 fueron atletas altamente entrenadas. Siete mujeres tenían un ciclo menstrual natural (en las que se recogieron las muestras durante las dos fases precoces folicular y lútea media), y las otras estaban usando la píldora anticonceptiva. El estudio concluyó que ni las fases del ciclo menstrual ni el entrenamiento influyen en la excreción de DHEA y A. Sin embargo, la ingesta de anticonceptivo oral, baja la excreción de la DHEA en la orina y A parece ser ligeramente afectada por el ejercicio (Bayle y cols., 2009). Otra investigación (Filaire y Lac, 2000) evaluó en la élite a catorce jugadoras de balonmano, los

valores de reposo de los niveles en saliva de testosterona (T) y DHEA para comparar los valores con diez mujeres sedentarias. Los niveles hormonales en reposo fueron inferiores en jugadores de balonmano que en el grupo control de sujetos sedentarios. El ejercicio no indujo cambios significativos en las concentraciones de T y DHEA en jugadores de balonmano y se observaron correlaciones positivas entre las concentraciones de T y DHEA en todos los puntos estudiados. Estos resultados mostraron que las concentraciones de T y de DHEA siguen una tendencia muy similar, por lo que se sugiere que las mediciones de DHEA podrían servir como un sustituto de las mediciones de T para estudiar las respuestas al entrenamiento en deportistas de élite (Filaire y Lac, 2000).

En cuanto a la testosterona hay pequeñas pruebas de que actúa en el músculo esquelético humano mediado por calcio, que pueden modular respuestas fisiológicas significativas como la fuerza y la protección contra la fatiga (Dent, Fletcher y McGuigan, 2012). Debido a las fluctuaciones de la testosterona durante el ciclo menstrual femenino, las investigaciones también deberían tratar de identificar si existen diferencias entre género en la respuesta o el mecanismo de acción no genómica de la testosterona en el músculo esquelético. Según la revisión de Dent y cols., (2012), puede haber una ventaja fisiológica para el rendimiento deportivo femenino en particulares fases del ciclo menstrual, así como en aquellas mujeres con SOP y trastornos similares de hiperandrogenismo. La investigación hasta la fecha sugiere que la principal función fisiológica de acción no genómica de la testosterona en el músculo esquelético es la mejora de la producción de fuerza especialmente en las fibras de contracción rápida (Dent y cols., 2012).

Todos estos aspectos globales sobre el rendimiento deportivo y su posible cambio a lo largo de las distintas fases del ciclo de la mujer, se analizarán a continuación de forma segmentada para conocer su comportamiento durante el ciclo menstrual.

1.3. CICLO MENSTRUAL, ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

1.3.1. CICLO MENSTRUAL Y CANTIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA

Realizar actividad física o ejercicio físico durante el periodo menstrual es además de seguro, beneficioso, debido a su capacidad para aliviar tanto los síntomas premenstruales como cólicos y calambres (American College of Sport Medicine, ACSM, 2005). Durante el ejercicio físico se segregan en grandes cantidades niveles de las hormonas opiáceas (beta-

endorfina y beta-lipotropina) (Barakat, 2006), y es por ello que la práctica de ejercicio físico tienen un efecto natural contra el dolor y por tanto, pueden difuminar la percepción dolorosa durante el periodo premenstrual y menstrual (Felipe, 2011).

Por otro lado, según la revisión de Orio y cols., (2013), el exceso de actividad física podría estar estrechamente ligado a unas considerables consecuencias negativas en todo el cuerpo. Estas disfunciones se conoce como "tríada de la atleta femenina" por el ACSM que incluyen amenorrea, osteoporosis y desorden alimentario. La tríada de la atleta femenina plantea riesgos graves para la salud, tanto a corto como a largo plazo, para el bienestar general de los individuos afectados. La disponibilidad de energía baja sostenida puede deteriorar la salud, causando muchas complicaciones médicas dentro sistema esquelético, endocrino, cardiovascular, reproductivo y sistema nervioso central.

Por el contrario, varios estudios han demostrado, que la actividad física mejora la función reproductiva, el perfil hormonal y los factores de riesgo cardiovascular. Estas mejoras incluyen una disminución de la grasa abdominal, glucosa en la sangre, los lípidos sanguíneos y resistencia a la insulina, así como mejoras en la regularidad menstrual, la ovulación y la fertilidad, disminuye los niveles de testosterona e índice de andrógeno libre y aumenta en globulina fijadora de hormonas sexuales. Además, esta revisión apoya la idea de que el ejercicio físico es una herramienta útil para el tratamiento de la obesidad, prevención de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y enfermedades relacionadas con los órganos reproductivos femeninos (por ejemplo el cáncer de mama). Cuando el exceso de actividad física conduce a la tríada de la atleta femenina, es imprescindible para los tratamientos de cada componente de la tríada mediante el empleo de tratamientos tanto farmacológicos como no farmacológicos (Orio y cols., 2013).

Por todo ello, en el presente estudio se ha utilizado para cuantificar la cantidad de actividad física en las distintas fases de ciclo, el instrumento de evaluación de la actividad física (Cuestionario Internacional de Actividad Física [IPAQ]), ya que ha sido implementado desde el año 2000 y del cual se espera sea utilizado como un estándar en la evaluación de este hábito a nivel poblacional (Mantilla y Gómez-Conesa, 2007).

El IPAQ surgió como respuesta a la necesidad de crear un cuestionario estandarizado para estudios poblacionales a nivel mundial, que amortiguara el exceso de información incontrolada subsiguiente a la excesiva aplicación de cuestionarios de evaluación que han

dificultado la comparación de resultados y la insuficiencia para valorar la actividad física desde diferentes ámbitos. De hecho, las principales ventajas que tiene la utilización de este instrumento son su idoneidad para evaluar la actividad física en adultos entre 18 y 69 años de edad y porque considera los cuatro componentes de actividad física (tiempo libre, mantenimiento del hogar, ocupacionales y transporte). Además, el IPAQ proporciona potencialmente un registro en minutos por semana, que es compatible con las recomendaciones de actividad propuestas en los programas de salud (Mantilla y Gómez-Conesa, 2007).

Hasta el momento, no se han encontrado estudios que valoren la cantidad de actividad física que desarrolla la mujer en las distintas fases del ciclo menstrual, por lo que la falta de información hará difícil discutir los valores obtenidos en el estudio.

1.3.2. CICLO MENSTRUAL Y CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD

1.3.2.1. PERFIL DE SALUD DE NOTTINGHAM

Respecto al Perfil de Salud de Nottingham, en inglés The Nottingham Health Profile (NHP), no se han encontrado estudios que analicen la calidad de vida en las diferentes fases del ciclo menstrual, ya que la mayoría de referencias bibliográficas utilizan este tipo de cuestionarios para aquellas mujeres que se encuentran en el climaterio (García, 2010), que padecen menorragia (Lukes, Baker, Eder y Adomako, 2012), dismenorrea primaria (Iacovides, Avidon, Bentley y Baker, 2013; y Gagua, Besarion y Gagua, 2013) o en pacientes con endometriosis (Gao y cols., 2006).

Todos estos estudios analizaron en qué medida se ve afectada la calidad de vida de las mujeres con ciertos problemas durante su fase premenstrual y menstrual.

Respecto a la pérdida excesiva de sangre durante la menstruación, supone un problema importante para las mujeres en edad reproductiva. Las mujeres que experimentan menorragia (prolongación de la menstruación más de 7 días) a menudo se presentan a los médicos a causa del posterior impacto negativo en sus vidas y actividades diarias (Lukes y cols., 2012). Según una investigación, la pérdida de sangrado superior se relaciona con un aumento de las limitaciones en las actividades físicas y limitaciones en las actividades sociales y de ocio, y la reducción de dichas pérdidas de sangre diaria se asoció con mejoras en la calidad de vida relacionada con la salud (Lukes y cols., 2012).

También se produce una reducción de la calidad de vida cuando se experimenta dolor menstrual en mujeres con dismenorrea primaria (Iacovides y cols., 2013). La dismenorrea primaria es el trastorno ginecológico más común entre las mujeres en edad reproductiva y que afecta a la capacidad de las mujeres para llevar a cabo las actividades diarias. Doce mujeres con dismenorrea primaria grave y nueve mujeres del grupo control completaron un cuestionario de calidad de la vida y otro cuestionario de satisfacción (Quality of Life Enjoyment and Satisfaction Questionnaire-Short Form, Q-LES-Q-SF) durante la menstruación y durante la fase folicular tardía. Las mujeres con dismenorrea tuvieron una reducción significativa en las puntuaciones de los cuestionarios cuando experimentaban dolor menstrual grave en comparación con su propia fase folicular sin dolor y en comparación con el grupo control durante la menstruación (Iacovides y cols., 2013).

El síndrome premenstrual relacionado con el ciclo menstrual durante la edad reproductiva afecta de forma sustancial sobre la función y la calidad de la vida diaria, sobre todo en los aspectos mentales. Un estudio ha querido determinar la eficacia de un programa psico-educativo sobre el síndrome premenstrual y los síntomas relacionados (Taghizadeh, Shirmohammadi, Feizi y Arbabi, 2013). En el ensayo clínico aleatorizado, participaron 123 adolescentes con síndrome premenstrual (17-19 años de edad) se asignaron al azar al grupo de intervención psico-educativo y al grupo control. Los participantes completaron un cuestionario demográfico, una escala de registro diario sobre síntomas del síndrome premenstrual y Symptom Checklist-90-Revised (SCL-90-R). Al final del estudio hubo una disminución estadísticamente significativa en la severidad del síndrome premenstrual en el grupo de intervención, en comparación con el grupo de control. La intervención alivió la gravedad del síndrome premenstrual, relacionado con la somatización, ansiedad y hostilidad, sin embargo, no pudo cambiar la gravedad de la depresión y la sensibilidad interpersonal (Taghizadeh y cols., 2013).

Estos estudios realizados en mujeres con problemas de salud provocados por el ciclo menstrual, podrían pertenecer en muchos casos a mujeres deportistas. Por ello, estudiar cómo se altera su calidad de vida en los diferentes momentos de un ciclo menstrual, y cómo influye en su práctica física resulta de gran utilidad, para la óptima periodización de sus entrenamientos.

1.3.2.2. CUESTIONARIO DE SALUD SF-36

Los síntomas premenstruales y menstruales (incluyendo menstruaciones irregulares, menorragia, dismenorrea...) son comunes, pero se sabe poco sobre su impacto en el estado de salud y calidad de vida de las mujeres que las padecen. Aun que en la presente investigación se ha buscado el estado de salud que evalúa el cuestionario SF-36 (del inglés, The Sort-Form 36 Health Survey), en diferentes momentos a lo largo de un ciclo menstrual, los estudios encontrados por lo general determinan en qué medida estos síntomas o afecciones repercuten en el estado de salud y calidad de vida de las personas que realmente tienen estos problemas comentados anteriormente.

Un estudio analizó el estado de salud de mujeres con síntomas menstruales (Barnard, Frayne, Skinner y Sullivan, 2003). Las participantes fueron seleccionadas al azar y habiendo asistido al menos una vez al médico. Entre 3.632 encuestadas, 1.744 mujeres formaron la muestra para el análisis de este estudio, con un promedio de edad de 35,8 años, y del que el 67% informó de una o más de los síntomas menstruales. Las mujeres con síntomas menstruales tenían significativamente más bajos todos los dominios de salud que analiza el cuestionario SF-36, excepto la energía y la vitalidad. El estudio concluyó que las mujeres que informan de uno o más síntomas menstruales tienen un estado de salud significativamente menor en comparación con aquellas mujeres sin ningún síntoma (Barnard y cols., 2003). Otro estudio que analizó los mismos efectos del síndrome premenstrual en la calidad de vida, pero con una población más joven (360 adolescentes estudiantes de secundaria) (Taghizadeh, Shirmohammadi, Arababi y Mehran, 2008) comprobaron que las chicas con síndrome premenstrual tuvieron una puntuación menor en el cuestionario SF-36 en todas las escalas respecto a las adolescentes sin síndrome premenstrual. Además, se observó una diferencia estadísticamente significativa en la salud mental y en la vitalidad entre las chicas con síndrome premenstrual severo en comparación con aquellas con síndrome premenstrual leve y moderado. Por lo que el síndrome premenstrual se asocia con una disminución de calidad de vida, peor salud mental y vitalidad en personas con síntomas severos del síndrome premenstrual (Taghizadeh y cols., 2008).

Una revisión estudió la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) de mujeres en general y en aquellas con menorragia con o sin trastornos hemorrágicos hereditarios (Shankar, Chi y Kadir, 2008). Las medias del SF-36 en mujeres con menorragia fueron peores en las ocho escalas de salud evaluadas en comparación con las puntuaciones obtenidas de una población general de mujeres. Tres estudios evaluaron la calidad de vida en mujeres con menorragia y

que heredaron los trastornos hemorrágicos, y todas reportaron peores puntuaciones en comparación con los grupos controles. Estos datos informaron de que la CVRS se ve afectada negativamente en las mujeres con menorragia en general y en aquellas con trastornos de coagulación hereditaria (Shankar y cols., 2008).

En cuanto a cómo afecta la dismenorrea primaria en la CVRS utilizando el cuestionario SF-36, un estudio realizado a 623 chicas estudiantes de 20,8±1,8 años y con una prevalencia de dismenorrea de un 72,7%, fue significativamente mayor en las consumidoras de café, con la duración del sangrado menstrual ±7 días, y con una historia familiar positiva de dismenorrea en comparación con las demás (Unsal, Ayranci, Tozun, Arslan y Calik, 2010). A excepción de la función social, el rol emocional y el dominio de salud mental, el resto de puntos en los otros dominios evaluados en el cuestionario SF-36, fueron más altos en las mujeres con dismenorrea (Unsal y cols., 2010). Estos datos quieren decir que la dismenorrea, que es un problema de salud frecuente, también tiene efectos negativos sobre la CVRS en mujeres universitarias.

La dismenorrea primaria es el dolor pélvico crónico cíclico asociado con la menstruación en ausencia de una condición patológica identificable. Mientras que los tratamientos médicos están disponibles para la dismenorrea primaria, el ejercicio es aceptado como una intervención efectiva, ya que tiene un efecto beneficioso al mejorar el flujo de sangre a nivel de la pelvis y estimular la liberación de endorfinas, que actúan como un analgésico inespecífico (Bender y cols., 2007). Un estudio (Onur y cols., 2012) tuvo como objetivo investigar el impacto del ejercicio en el hogar en la intensidad del dolor y la calidad de vida en mujeres con dismenorrea primaria. El seguimiento fue durante 3 ciclos menstruales donde cada mes se registró la intensidad del dolor a través de la escala visual analógica (EVA) y la CVRS se evaluó con el cuestionario de salud SF-36. El programa de ejercicio en el hogar (con una duración de 12 semanas, 3 veces por semana) consistía en una sesión de ejercicio de 40 minutos y compuestas por 10 minutos de ejercicios de estiramiento, 20 minutos de ejercicio aeróbico (caminar o andar en bicicleta), y 10 minutos de ejercicios de relajación. En cada ciclo menstrual EVA mostró una disminución significativa y los ocho dominios de la encuesta de salud SF-36 y las puntuaciones de resumen de componente físico y mental mostraron una mejoría significativa. Por lo que la intervención de ejercicio en el hogar parece proporcionar una mejora significativa en la CVRS y en el dolor en pacientes con dismenorrea primaria (Onur y cols., 2012).

Otro estudio (Yang y cols., 2008) documentó la carga del trastorno disfórico premenstrual (TDPM) en CVRS en comparación con la población general de los EE.UU. La CVRS

se estimó mediante la comparación de las puntuaciones del SF-12v2 (The Sort-Form 12 Health Survey version currently used) entre las mujeres que fueron identificadas como de riesgo para el TDPM con los observados en la población femenina general de EE.UU. Los resultados de las seis escalas SF-12v2 y las dos medidas sumatorias en mujeres con TDPM fueron significativamente inferiores a los valores normales de la población general de los EE. UU, teniendo en estas últimas medidas más de 3 puntos por debajo de la norma. La carga de TDPM fue mayor en los dominios de CVRS mental/emocional que en la CVRS física (Yang y cols., 2008).

Un estudio examinó si las mujeres con SOP tienen peor CVRS que las mujeres de la población general y que los pacientes con otras condiciones médicas (Coffey, Bano y Mason, 2006). Ambos grupos completaron el cuestionario SF-36 y el Cuestionario del síndrome del ovario poliquístico (PCOSQ). Las mujeres con SOP tuvieron puntuaciones más bajas en las dos medias sumatorias resumen del SF-36 y en todos los dominios del PCOSQ. Cuando se compara con el asma, la epilepsia, la diabetes, el dolor de espalda, la artritis y la enfermedad cardíaca coronaria, el grupo de SOP tenía el mismo o mejor CVRS a nivel físico, pero peor CVRS a nivel psicológico (Coffey y cols., 2006).

Un estudio llevado a cabo en 300 mujeres con SOP (Bazarganipour y cols., 2013) estimó la prevalencia de los trastornos del estado de ánimo y examinó los predictores para el bienestar psicológico utilizando la escala de Ansiedad y Depresión de Hospital (Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS) y la calidad de vida mediante el SF-36. El 32% de la muestra mostró niveles elevados de ansiedad, mientras que en 5% de la muestra fue alta la depresión. La calidad de vida se vio afectada significativamente en mujeres con ansiedad y depresión (Bazarganipour y cols., 2013).

1.3.2.3. CUESTIONARIO EUROQOL-5D, EQ-5D

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido Calidad de Vida como "la percepción de un individuo de su situación de vida, en el contexto de su cultura y sistemas de valores, en relación a sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones". Hoy en día, los estudios sobre la calidad relacionada con la salud especialmente en las mujeres, se refieren a ciertas etapas de la vida, como el parto y la vejez.

El interés en el presente trabajo es conocer de forma detallada, si existen cambios en la calidad de vida de la mujer, medida a través de EQ-5D, durante sus ciclos menstruales, pero la bibliografía encontrada solo hace alusión a mujeres con ciertas alteraciones en la fase menstrual.

Un estudio realizado con adolescentes determinó el efecto de la dismenorrea primaria sobre la calidad de vida, y lo comparó con la calidad de vida de quienes no presentan dismenorrea (Gagua y cols., 2013). Este estudio se llevó a cabo con 424 mujeres de entre 14-20 años y se dividieron entre quienes sufrían dismenorrea (grupo experimental) y quienes no tenían dolor (grupo control). La calidad de vida se midió con el instrumento EQ-5D y los resultados mostraron que las mujeres con dismenorrea tenían menor calidad de vida y peores valores en la Escala Visual Análoga del instrumento de Calidad de Vida (Quality of Life VAS) que el grupo control. El 56,6% de las mujeres con dismenorrea primaria reportó ausentismo escolar. Este estudio concluyó que la dismenorrea primaria es un problema común en la población adolescente de Tbilisi, Georgia, por lo que se puede generalizar a otras poblaciones con el mismo problema (Gagua y cols., 2013).

Según la tesis doctoral de Daniels (2013), un trastorno ginecológico muy frecuente que tiene un impacto significativo en el bienestar de muchas mujeres es la menorragia (pérdida abundante de sangre durante la menstruación). Se ha estimado que el 6,5% de las mujeres entre 12 a 51 años experimenta un sangrado menstrual abundante (Harlow y Campbell, 2004), con un 5% de las mujeres entre 30-49 años acude a consulta de su médico de cabecera cada año a causa de este problema (Vessey, Villardmackintosh, McPherson, Coulter y Yeates, 1992).

En este campo queda mucho por investigar y su importancia no debe ser ignorada, ya que al menos algunas de las funciones mentales, físicas, así como el estado de salud y la calidad de vida, son necesarias para el rendimiento tanto en los entrenamientos como para las disciplinas deportivas.

1.4. CICLO MENSTRUAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL

El análisis de la composición corporal constituye una parte fundamental en la valoración del estado nutricional y estado físico de una persona. El estudio de la composición corporal resultará imprescindible para comprender los efectos que la dieta, el ejercicio físico,

la enfermedad y el crecimiento físico, entre otros factores del entorno, presentan sobre nuestro organismo (González, 2013).

Hay algunos aspectos a tener en cuenta en relación a los diferentes componentes corporales. La masa grasa total representa en el organismo un componente esencial de reserva energética y como aislante nervioso. Supone un componente susceptible de presentar variaciones en el sujeto de acuerdo a su edad, sexo y transcurso del tiempo (Kaur y Talwar, 2011).

La masa libre de grasa está compuesta por minerales, proteínas, glucógeno y agua corporal total intracelular y extracelular.

El Índice de Masa Corporal (IMC) constituye en la actualidad una herramienta útil para valorar el estado de adiposidad corporal y estado nutricional de los sujetos (Welborn y Dhaliwal, 2007). La OMS, reconociendo su utilidad clínica, estableció una clasificación correlacionando los valores de dicho índice con diversas causas de morbilidad. Así, se habla de normopeso cuando las puntuaciones del IMC oscilan entre 18,5-24,9; sobrepeso u obesidad de grado I cuando los valores de dicho índice oscilan entre 25-29,9; obesidad de grado II, cuando los valores de IMC varían entre 30-34,9; obesidad de grado III, cuando las puntuaciones del IMC comprenden desde 35 a 39,9 y finalmente, obesidad de grado IV o también denominada obesidad mórbida, cuando los valores del IMC son iguales o superiores a 40 (WHO, 1997).

Siguiendo a León (2000), la mujer sufre cambios en la composición corporal durante la pubertad, cuando una cantidad suficiente de hormonas gonadotrópicas es secretada por la hipófisis anterior. Estos cambios hormonales conducen a un estímulo e incremento de las hormonas sexuales, es entonces cuando el ovario se desarrolla y comienza la secreción de estrógenos. Los estrógenos en la mujer provocan un aumento del tejido adiposo y un incremento de su masa muscular. Además, los estrógenos tienen una influencia significativa sobre el crecimiento corporal, la anchura de la pelvis, el tamaño del pecho y el depósito de grasa, especialmente en caderas y muslos. Además los estrógenos aumentan el nivel de crecimiento óseo (León, 2000). Hay que señalar que con la edad, las mujeres experimentan un incremento en la acumulación de grasas, debido fundamentalmente al menor nivel de actividad física y menores niveles de testosterona, mientras que la cantidad de calorías ingeridas apenas experimentan modificaciones (León, 2000).

Por otra parte, en cuanto a las fases del ciclo menstrual, es importante tener en cuenta el incremento de peso corporal que las mujeres presentan durante la fase premenstrual respecto a las fases lútea y folicular, debido a un incremento en la retención de líquidos (Wells, 1988; León, 2000; y Godoy, Guilarte, Hernández y Lainez, 2010), o incluso posiblemente al aumento del volumen del pecho en la segunda mitad de los ciclos menstruales normales (Wells, 1988). Estos cambios en el volumen del pecho pueden ser el resultado de cambios vasculares y linfáticos controlados hormonalmente o cambios estructurales específicamente relacionados con los efectos progestacionales (Wells, 1988). Según Godoy y cols., (2010), el peso aumenta antes de la menstruación debido a la retención de líquidos y a la relación sodio-potasio; y con la menstruación, comienza la pérdida de peso. La explicación a estos datos pueden ser debidos a que el ciclo menstrual modula el sistema renina-angiotensina-aldosterona. Los altos niveles de estrógenos y progesterona en la mitad de la fase lútea, se asocian a un mayor aumento de las hormonas suprarrenales, renales y a la retención de más volumen (Fu y cols., 2010).

Otro estudio (Mesa, 2008) observó que tanto el peso corporal, los kilogramos de masa grasa y el porcentaje graso fueron mayores en la fase ovulatoria, cuya posible explicación podría ser provocada por la aldosterona. La concentración de aldosterona se incrementa normalmente en el momento de la ovulación y se mantiene elevada durante la fase lútea del ciclo menstrual. Esta elevación de la aldosterona podría ser responsable de los síntomas congestivos del síndrome premenstrual, como edema, hinchazón mamaria, meteorismo, aumento de peso y cefalea; sin embargo, en la bibliografía no se aprecian diferencias en las concentraciones absolutas de aldosterona entre las mujeres sintomáticas y asintomáticas (Munday, Brush y Taylor, 1981).

En cambio, no todos los estudios demuestran este incremento de peso. Una investigación aseguró que las diferentes fases del ciclo tienen poco o ningún efecto sobre el peso y la grasa corporal (DiBrezza, Fort y Brown, 1991). Otro estudio realizado con dieciséis mujeres eumenorreicas evaluadas durante la fase folicular temprana y media lútea, no se observaron diferencias significativas entre ambas fases en el peso, porcentaje de grasa corporal y la suma de los pliegues cutáneos (Lebrun, McKenzie, Prior y Taunton, 1995).

Por otro lado, hay que señalar que existen pruebas de que el ciclo menstrual afecta al apetito, de manera que la ingesta de energía es menor durante la fase folicular en

comparación con la fase lútea (Brennan y cols., 2009). El aumento de ingesta de comida y los aspectos emocionales relacionados con la comida (emotional eating) alcanzan su punto máximo durante la fase media lútea del ciclo menstrual (Edler, Lipson y Keel, 2007; Klump, Culbert, Edler y Keel, 2008; Klump y cols., 2013b; Lester, Keel y Lipson, 2003; y Bautista, Reyes y Zambran, 2011), y se predice que es a consecuencia de los cambios en los niveles hormonales de los estrógenos y progesterona (Edler y cols., 2007; Klump y cols., 2008; y Klump y cols., 2013a; y Klump y cols., 2013b).

La regulación biológica del apetito es actualmente un tema importante en la nutrición, ya que la hiperfagia está implicada como la causa principal de la obesidad (Buffenstein, Poppit, McDevitf y Prentice, 1995).

En relación a la ingesta, también hay estudio que han analizado el vaciado gástrico y su influencia en el consumo de energía, de hecho se ha comprobado que el vaciado gástrico es más lento durante la fase folicular en comparación con la fase lútea (Brennan y cols., 2009). El vaciado gástrico determina el ritmo de reposición de líquidos y electrolitos, su absorción por el intestino delgado y su llegada al torrente sanguíneo (Bortz y cols., 1981; y Brener, Hendrix y McHugh, 1983).

Atendiendo a todos los estudios referidos, las diferentes fases del ciclo menstrual pueden ir acompañadas de cambios en la composición de los distintos compartimentos corporales, como la masa libre de grasa, la masa grasa o el agua corporal total. Las medidas de estos parámetros revisten una gran importancia en la práctica clínica, dietética y en el ámbito deportivo. Por tanto, el análisis sobre el conocimiento de su comportamiento es de interés para el personal especializado en el rendimiento deportivo, ya que suele ser el encargado de realizar estas medidas e intentar optimizarlas.

1.5. CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN REPOSO

1.5.1. CICLO MENSTRUAL, TENSIÓN ARTERIAL Y FRECUENCIA CARDIACA

Algunas cuestiones relevantes en el rendimiento deportivo es que el estrógeno puede aumentar la vasodilatación dependiente del endotelio (Chan, MacAllister, Colhoun, Vakkabcem y Hingorani, 2001), y también parece haber una diferencia en la excitabilidad cardiaca posiblemente causado por el antagonismo de calcio o la inhibición de la enzima

convertidora de angiotensina. La administración de estrógenos favorece la vasodilatación, disminuye la resistencia periférica y aumenta el gasto y la frecuencia cardiaca (FC) (Zhu, Bian y Lu, 2002; y Tostes, Nigro, Fortes y Carvalho, 2003). Además, el estrógeno tiene un efecto beneficioso sobre sistema cardiovascular por la disminución del colesterol y por la acción directa sobre los vasos sanguíneos causando la vasodilatación a través de un Óxido Nítrico Sintasa endotelial (eNOS) (Miller y Duckles, 2008) y a través de Óxido Nítrico Sintasa (NOS) dependiente del calcio (Collins, Beale y Rosano, 1996). El estrógeno también es conocido por reducir el desarrollo de la hipertensión arterial en las mujeres premenopáusicas con acciones periféricas tales como la regulación de los factores vasodilatadores derivados del endotelio simultáneo con la baja regulación de factores vasoconstrictores. Los estrógenos podría proteger contra la tensión arterial elevada mediante la inhibición de la actividad nerviosa simpática (Kotchen y Kotchen, 2003).

Contrariamente, los progestágenos favorecen la vasoconstricción por disminuir la síntesis de receptores estrogénicos (Graham y Clarke, 1997; y White y cols., 1995) y por un efecto directo sobre el lecho vascular, favorecen la síntesis de sustancias vasoconstrictoras (Graham y Clarke, 1997).

La progesterona puede aumentar la excitabilidad cardiaca por sus efectos opuestos sobre el estrógeno. Se ha documentado un aumento de la tensión cardiovascular (es decir, una mayor FC) para el mismo nivel de trabajo, durante la fase lútea como en la fase folicular, pero el aumento de la fase lútea asociado con la masa corporal y la temperatura corporal hace que sea difícil de interpretar esta información (Birch y Reilly, 1999). Los receptores de progesterona también se han localizado en el miocardio y por lo tanto pueden tener efecto sobre la contractilidad cardiaca (Barbagallo y cols., 2001). También puede causar la activación del ciclooxigenasa, que aumenta la producción de prostaciclina vascular. Estas acciones vasculares explican una baja presión de la sangre y un aumento de la actividad del sistema renina-angiotensina durante la fase secretora (Barbagallo y cols., 2001). Sin embargo, la acción de la progesterona en los parámetros vasculares en un ambiente de estrógeno es poco claro. Se ha demostrado que la progesterona sin estrógeno no afecta negativamente a la función vascular en mujeres post-menopáusicas (Honisett, Pang, Stojanovska, Sudhir y Komesaroff, 2003). La progesterona conduce a la activación compensatoria del sistema renina-angiotensina-aldosterona, aumentando así la producción de aldosterona durante la fase secretora (Szmuiłowicz y cols., 2006).

El estrógeno y la progesterona estimulan el sistema renina-angiotensina, un mecanismo que surge en la fase lútea final (es decir, premenstrual), con la retención de líquidos. La administración de estas hormonas de forma exógena, que se encuentran en los anticonceptivos orales o terapia de reemplazo hormonal, puede tener consecuencias similares. Otras hormonas (tales como la vasopresina y la corticotropina) que influyen en el equilibrio de fluidos y el tono vascular, también parecen ser afectadas por las fases del ciclo menstrual (Altemus, Roca, Galliven, Romanos y Deuster, 2001).

En mujeres premenopáusicas con enfermedad arterial coronaria, el mejor rendimiento caminando se produjo a mitad del ciclo o en la ovulación (es decir, en la fase que se caracteriza por altos niveles de estrógeno en sangre) (Lloyd y cols., 2000). Un estudio con ecocardiografía de eco-Doppler de la estructura y función ventricular izquierda durante la mitad de la fase folicular y en la mitad de la fase lútea, no documentó ninguna diferencia significativa, aun que el momento de máxima concentración de estrógenos (es decir, inmediatamente antes de la ovulación) no fue evaluada (George, Birch, Jones y Lea, 2000).

Durante el ciclo menstrual la pulsatilidad cíclica de las gonadotropinas condiciona una estimulación ovárica para la síntesis de estradiol y progesterona. Por las evidencias clínicas y experimentales que sustentan los efectos vasculares de los estrógenos y progestágenos, sería de esperar que la TA se modifique durante el ciclo menstrual en relación con las variaciones en la concentración de los esteroides sexuales. En la investigación de Gómez y Velázquez (2005), la TA y la FC en reposo, no se modificaron durante el ciclo menstrual (fase folicular y fase lútea) ni se correlacionaron con los niveles séricos de estradiol, progesterona e insulinemia, además de no observar variación circadiana de la TA. Otros estudios en mujeres jóvenes sobre los cambios cíclicos de la TA han reportado esta ausencia de cambios de la TA en condición de reposo (Litschauer, Zauchner, Huemer y Kafka-Lutzow, 1998; Giannatasio y cols., 1999; Guasti y cols., 1999; y Gómez y Velázquez, 2005; y Carter, Lawrence y Klein, 2009) y sin cambios en la FC (Gómez y Velázquez, 2005; y Carter y cols., 2009). Otras investigaciones, en cambio, observaron niveles de tensión arteriales más altas al inicio de la menstruación y más bajas durante los días 17-26 del ciclo menstrual (Dunne, Barry, Ferriss, Greal y Murphy, 1991).

Evidencias demuestran que la distensibilidad arterial es favorecida por los estrógenos y se modifica en el ciclo menstrual con aumento de la misma en la fase ovulatoria y disminución en la fase lútea (Polderman, Stehouwer, Van Kamp y Gooren, 1996). A pesar de que el mecanismo responsable de este fenómeno es desconocido, se ha sugerido que el aumento de

la distensibilidad en la fase ovulatoria es dependiente de los estrógenos y la rigidez arterial de la fase lútea depende de la contracción del músculo liso vascular, debido a fenómenos hormonales más complejos como el aumento de progesterona y hormona antidiurética (Polderman y cols., 1996). En este estudio, a pesar de las variaciones importantes en la concentración de estradiol y progesterona durante las dos fases del ciclo menstrual, la TA no se modificó significativamente en condiciones de reposo, lo que sugiere que las modificaciones de la TA en reposo también dependen de cambios importantes en la concentración o acción de sustancias vasoactivas y/o vasodilatadoras u otros factores hormonales no conocidos (Polderman y cols., 1996). Otro estudio realizado con mujeres indias jóvenes demostró que la TA no fluctúa significativamente durante las diferentes fases del ciclo menstrual (Pai, Prajna y D`Souza, 2004).

Las funciones del sistema cardiovascular cambian de manera oscilante para ajustarse a las variaciones en el entorno externo e interno durante todo el día, así también la TA muestra una variación diurna (Sameera, Abdul y Ram, 2012). Dado que los cambios hormonales siguen una tendencia no lineal a lo largo del ciclo menstrual, esto puede tener un efecto inesperado sobre la regulación de la TA. Si los cambios de la TA son cíclicos, se puede justificar un aumento o disminución de la dosis de la medicación antihipertensiva en mujeres hipertensas de edad reproductiva (Sameera y cols., 2012). El propósito del estudio de Sameera y cols., (2012), fue evaluar la variación de la TA durante las diferentes fases del ciclo menstrual y si estos cambios pueden justificar un aumento en la dosis de los fármacos antihipertensivos en mujeres hipertensas en edad reproductiva. Este estudio fue realizado sobre una mujer sana con el ciclo menstrual regular de 28 días de duración con monitor ambulatorio de TA (TM-2430, A & D Co., Japón). Se registró la TA de 24 horas en días alternos durante un período de 2 ciclos menstruales consecutivos. Y se obtuvieron los datos en la fase menstrual (días 2 y 4), la fase proliferativa (días 6, 8, 10 y 12), la fase ovulatoria (día 14) y la fase secretora (días 16, 18, 20, 22, 24, 26 y 28). A pesar de las diferencias entre las diferentes fases del ciclo menstrual, no fueron estadísticamente significativas. Esto quiere decir que los mecanismos homeostáticos cardiovasculares fueron lo suficientemente fuertes como para corregir los sutiles cambios de la TA provocados por la acción de las hormonas ováricas sobre el sistema cardiovascular (Sameera y cols., 2012).

El propósito de otro estudio fue documentar los cambios temporales en la reactividad vascular que ocurren simultáneamente en el centro y en la resistencia periférica y microvascular de las arterias de mujeres durante un ciclo menstrual normal (Adkisson y cols.,

2010). Veintitrés mujeres jóvenes fueron medidas durante cuatro fases de un ciclo menstrual: la fase folicular temprana; la fase folicular tardía; la fase lútea temprana; y la fase lútea tardía. Los resultados mostraron que ambas presiones arteriales, centrales y periféricas fueron significativamente más bajas durante la fase folicular tardía, y la presión periférica se redujo sustancialmente en la fase temprana lútea. Las concentraciones de nitrato y nitrito (NOx) y E en plasma fueron mayores durante la tarde fase folicular. Por lo que en mujeres jóvenes premenopáusicas experimentan una reducción de la presión de la sangre y en mayor medida en la presión periférica en la fase folicular tardía, antes de la ovulación (Adkisson y cols., 2010).

Respecto si el ciclo menstrual afecta a la presión arterial en reposo y durante el ejercicio dinámico en ciclismo, once mujeres saludables fueron estudiadas durante la temprana (bajo estrógeno y baja progesterona) y tarde fase folicular (altos estrógenos y baja progesterona) del ciclo menstrual (Choi y cols., 2013). En estado de reposo, las presiones arteriales sistólicas y diastólicas como la presión arterial media, fueron superiores en la temprana fase folicular comparada con la tardía fase folicular. Durante el ejercicio, los valores absolutos de la presión arterial sistólica y media también fueron significativamente superiores durante la temprana fase folicular. Sin embargo, el aumento en la presión arterial sistólica y la presión arterial media por el ejercicio a dos intensidades de trabajo (suave y moderado) fueron similares entre las dos fases menstruales, aunque la concentración de norepinefrina fue superior durante la tardía fase folicular. Los resultados indican que la presión arterial durante el ejercicio dinámico fluctúa durante el ciclo menstrual, siendo mayor durante la temprana fase folicular que durante la tardía fase folicular y parece ser debido a los efectos aditivos del aumento simultáneo en la presión arterial de base (Choi y cols., 2013).

En cuanto a la FC, es uno de los parámetros no invasivos más utilizado en el análisis y en la valoración de la actividad cardíaca (Rodas, Carballido, Ramos y Capdevila, 2008). En una persona sana, en reposo, los latidos se van produciendo con una frecuencia variable, es decir, el tiempo (en milisegundos) entre dos latidos va variando latido a latido. Este aspecto representa el concepto de variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), que se define como la variación de la frecuencia del latido cardíaco durante un intervalo de tiempo definido con anterioridad (nunca superior a 24 horas) en un análisis de periodos circadianos consecutivos (Capdevila y Niñerola, 2006).

El análisis de la VFC ha ganado mucha importancia en los últimos años como una técnica empleada para explorar la actividad de Sistema Nervioso Autónomo (SNA), y como un

importante marcador precoz para la identificación de diferentes patologías (Usha, Rani, Manjunath y Desai, 2013).

La actividad del SNA fluctúa durante el ciclo menstrual. La VFC es el resultado de las interacciones entre el SNA (con su equilibrio simpático-vagal) y el sistema cardiovascular (Kleiger, Stein y Bigger, 2005). El Sistema Nervioso Parasimpático (SNP) se encarga de realizar una rápida disminución de la FC por impulsos eléctricos vagales de alta frecuencia; este proceso viene dado por la liberación de acetilcolina por parte del nervio vago. Sin embargo, el Sistema Nervioso Simpático (SNS) aumenta la FC mediante impulsos lentos de baja frecuencia y está basado en la liberación de adrenalina y de noradrenalina (Capdevila y Niñerola, 2006; y Pumpura, Howorka, Groves, Chester y Nolan, 2002).

En mujeres, la VFC evaluada a través de la función autonómica cardiaca está afectada por el ciclo menstrual (Minson, Halliwill, Young y Joyner, 2000; Leicht, Hirning y Allen, 2003; Sato y Miyake 2004; Bai, Li, Zhou y Li, 2009; y Usha y cols., 2013). Estudios han indicado que la actividad parasimpática es más baja durante la fase lútea comparada con otras fases del ciclo menstrual en mujeres sanas (Sato, Miyake, Akatsu y Kumashiro, 1995; y Saeki, Atogami, Takahashi y Yoshizawa, 1997), así como la actividad simpática es significativamente mayor en la fase lútea que en la fase folicular (Sato y cols., 1995; y Yildirim, Kabakci, Akgul, Tokgozoglu y Oto, 2002). Esto se reafirma por ejemplo, en una investigación que analizó el impacto de la fase del ciclo menstrual en la regulación autonómica cardiaca, donde se informó que en la fase folicular las mujeres tenían una FC significativamente más baja que durante la fase lútea (McKinley y cols., 2009). Sin embargo, otros estudios han reportado que el ciclo menstrual no está asociado significativamente con cambios en la actividad del SNA (Leicht y cols., 2003).

En una reciente investigación, llevada a cabo en 50 mujeres estudiantes sanas de entre 18 y 22 años con ciclos menstruales regulares, se registraron la VFC analizada a través de los componentes de baja frecuencia y alta frecuencia, además de la FC y la TA en diferentes fases del ciclo menstrual (Usha Rani, Manjunath y Desai, 2013). Los resultados indicaron que la actividad del SNS en la fase lútea es mayor que en la fase folicular, mientras que la actividad del SNP es predominante en la fase folicular (Usha Rani y cols., 2013). Una diferencia en el equilibrio de las hormonas del ovario podría ser la responsable de estos cambios en las funciones del sistema autónomo durante el ciclo menstrual.

En el artículo de Chung y Yang (2011), se investigó la VFC a lo largo del ciclo menstrual en enfermeras con diferentes turnos de trabajo. Los resultados mostraron variaciones cíclicas normales de los niveles hormonales endógenos, pero sin embargo, no se produjo una correlación significativa entre los niveles de estrógenos y las variables de VFC. El estudio informó de unos niveles hormonales con variaciones cíclicas normales pero con los efectos de los turnos de trabajo, donde disminuyó la actividad parasimpática e incrementó la actividad simpática en la fase folicular comparada con la fase lútea. Estos resultados podrían servir para explicar por qué el trabajo por turnos tiene alto riesgo de enfermedad cardiovascular.

Teniendo en cuenta las diversas informaciones que se emiten de las referencias bibliográficas encontradas, se precisa estudiar en concreto el comportamiento de dichos parámetros cardiovasculares en cada una de las fases del ciclo menstrual de mujeres jóvenes físicamente activas.

1.5.2. CICLO MENSTRUAL Y ESPIROMETRÍA BASAL

Los efectos mecano-ventilatorios de la función respiratoria han sido atribuidos a los esteroides sexuales (Ayala y cols., 1993). Investigaciones informan que las hormonas sexuales esteroideas están involucradas en el control neural central de la respiración, que afecta a los neurotransmisores centrales, quimiorreceptores periféricos, y tal vez al pulmón y a las vías respiratorias (Constantini y cols., 2005).

Las mujeres experimentan continuamente una amplia fluctuación en los niveles de estrógeno y progesterona durante sus ciclos menstruales, sin embargo son limitados los estudios del estado fisiológico de parámetros espirométricos en el ciclo menstrual.

Estudios anteriores han sugerido que la función respiratoria está influenciada por las hormonas sexuales femeninas, especialmente la progesterona, que podrían aumentar la respuesta ventilatoria durante la fase lútea en reposo (Schoene, Robertson, Pierson y Peterson, 1981; y White, Douglas, Pickett, Weil y Zwilliche, 1983) y en ejercicio (Williams y Krahenbuhl, 1997). La progesterona endógena conduce a una mayor ventilación al minuto a la respuesta de ejercicio máximo durante la fase lútea del ciclo menstrual y durante el embarazo (Schoene y cols., 1981). A pesar de ello, no todos los estudios afirman dichos cambios y comentan que los factores ambientales, como la exposición a la altura, tampoco tienen un potencial adicional para alterar la ventilación durante el ciclo menstrual (Beidleman y cols., 1999).

En cuanto al estradiol, incrementa el número y la sensibilidad de los receptores de la progesterona. Además, la sensibilidad total de la unidad respiratoria parece estar realizada por una disminución del umbral y un aumento de la excitabilidad del centro respiratorio medular. Esta acción puede ser potencialmente perjudicial para atletas entrenadas en resistencia, que normalmente se benefician de la disminución de las unidades respiratorias hipóxicas e hipercápnica en reposo y durante el ejercicio. Sin embargo, esto sólo ha sido importante en atletas entrenadas (Schoene y cols., 1981).

Das (1998), encontró un aumento en el volumen minuto en mujeres no atletas durante la fase lútea en comparación con la fase menstrual y folicular. Rajesh, Gupta y Vaney, (2000), indicaron que el incremento de la secreción de progesterona es una posible causa de la hiperventilación en la fase lútea.

En la investigación de Ayala y cols., (1993), demostraron que en mujeres jóvenes, eumenorreicas, no fumadoras, existen variaciones en el estado fisiológico de los índices espirométricos en las diferentes fases del ciclo menstrual. En esa investigación la Capacidad Vital Forzada (CVF) y el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1), fueron similares durante todo el ciclo, mientras que la Ventilación Voluntaria Máxima (MVV) fue inferior en la fase folicular temprana y tardía, y máxima en la fase lútea. Un estudio realizado con setenta y cinco mujeres indias (18-25 años), incrementaron significativamente durante la fase lútea los parámetros de VEF1, Flujo Espiratorio Forzado o Pico de Flujo (PEF) y la CVF (Pai y cols., 2004).

En una investigación reciente con 70 chicas con una media de edad de $19,5 \pm 8,2$ años, la CVF, el VEF1 y la relación VEF1/CVF, fueron significativamente mayores durante la fase lútea y los valores más bajos en la fase menstrual (Gavali, Gavali, Gadkari y Patil, 2013).

En contraposición, otro estudio (Da Silva, De Sousa y Cordeiro, 2006), realizado en 17 mujeres jóvenes no-atletas durante tres ciclos menstruales sucesivos, demostró que las fases del ciclo menstrual y los ciclos individuales, no tuvieron ningún efecto significativo sobre las variables espirométricas (CVF, VEF1, VEF/CVF, FEF25-75 flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75 de la capacidad vital), excepto para el PEF. El estudio encontró una correlación positiva significativa entre la relación progesterona: estradiol y el PEF durante la temprana y media fase lútea. Esto indica que el PEF fue mayor cuando las concentraciones de hormonas ováricas

estaban aumentando, de acuerdo con estudios anteriores por Rajesh y cols., (2000) y Chong y Enson (2000).

Tampoco se producen cambios en las fases del ciclo menstrual en las capacidades pulmonares, en los flujos y volúmenes (Chong y Enson, 2000), como en la CVF y el VEF1, a pesar de aumento de los niveles de progesterona en la fase lútea (Das, 1998; y Beidleman y cols., 1999).

De esta manera, a pesar de los diferentes resultados en los parámetros espirométricos durante el ciclo menstrual, las correlaciones observadas entre las hormonas sexuales y las variables respiratorias, sugieren una influencia positiva de las hormonas sexuales femeninas en el control de los músculos torácicos en la fase lútea.

Respecto al periodo premenstrual se aprecian con mayor frecuencia, en algunas mujeres, exacerbaciones de algunas enfermedades preexistentes, como el asma bronquial. La exacerbación del asma en el periodo premenstrual, manifestado por un empeoramiento de los síntomas respiratorios y/o un deterioro de los valores del PEF afecta, según indican diversos estudios, a más del 30% de las mujeres asmáticas (Eliasson, Scherzer y DeGraff, 1986; y Agarwal y Shah, 1997) o tal como se mide por la tasa de flujo espiratorio máximo, entre el 30% a 40% de las mujeres asmáticas (Zimmerman, Woodruff, Clark y Camargo, 2000). En la revisión de Oertelt-Prigione (2012), sobre inmunología y ciclo menstrual, hace referencia a varias cuestiones del asma y el ciclo menstrual. La progesterona parece aumentar las tasas respiratorias (Schoene y cols., 1981). Una combinación de la rápida reducción de los niveles de progesterona antes de la menstruación en asociación con la reducción de los niveles de estrógenos a partir de la mitad del ciclo de la menstruación parece causar exacerbaciones del asma (revisado en Haggerty, Ness, Kelsey y Waterer, 2003). De hecho, hay una reducción del PEF en la fase premenstrual (Gibbs, Coutts, Lock, Finnegan y White, 1984), así como del VEF1 y CVF después de la ovulación (Farha y cols., 2009). Sin embargo, estos cambios aparecen relevantes para un subgrupo de la población de pacientes asmáticos y no se aplican a todas las mujeres con asma (Hanley, 1981; y Pauli, Reid, Munt, Wigle y Forkert, 1989). Un estudio sobre mujeres asmáticas, con o sin criterios de asma premenstrual, de 82 pacientes (6 graves, 29 moderados, 26 persistentes leves y 21 intermitentes leves), 35 presentaron criterios clínicos de asma premenstrual, y 3 de las mujeres, criterios funcionales, cumpliendo también los criterios clínicos. El asma premenstrual se distribuyó con frecuencia similar en los distintos grupos de gravedad y las mujeres con asma premenstrual reconocían con mayor frecuencia (61,8% frente

a 40,4%) el empeoramiento premenstrual de sus síntomas (Pereira y cols., 2009). Sin embargo, un estudio realizado con mujeres asmáticas no mostraron complicaciones en la exacerbación del asma, ni cambios en el VEF1 durante el ciclo menstrual (día 1, 7, 14 y 21) (Polverino, Cazzola, Santoriello, De Sio y Musella, 1992). Tampoco fueron diferentes los parámetros de la función pulmonar, como el VEF1 y la CVF en los grupo de asma ligado a la menstruación ni el grupo de mujeres asmáticas sin asma ligado a la menstruación (Thornton, Lewis, Lebrun y Licskai, 2012). Otro estudio con mujeres con asma y con ciclos menstruales normales no encontraron diferencias en la CVF ni en el VEF1 en la comparación entre el principio (día 7) y el final (día 24) del ciclo menstruación (Weinman, Zacur y Fish, 1987).

Uno de los objetivos de otro estudio fue evaluar los efectos de los esteroides gonadales (estrógenos y progesterona) sobre la reactividad bronquial, antes y después del ejercicio de dinamometría manual (empuñadura o handgrip), durante las diferentes fases del ciclo menstrual (menstrual, fase proliferativa y fase lútea) confirmados por niveles hormonales y por la temperatura oral (Bhandari, Bedi y Varshney, 2013). Para ello se evaluó a 30 mujeres sanas de entre 25-40 años de edad, no deportistas y se estudiaron los distintos parámetros de la función pulmonar: CVF, VEF1, PEF y FEF 25-75%, en condiciones de reposo y dentro de los cinco minutos después del ejercicio isométrico. Los resultados mostraron que en condiciones de reposo, los parámetros no sufren diferencias significativas durante las tres fases. Se produce una caída significativa en el PEF durante todas las fases después de la prueba de handgrip. Este estudio concluyó que los cambios fisiológicos en los niveles hormonales durante el ciclo menstrual no son lo suficientemente grandes como para provocar cambios en la capacidad de respuesta de la vía aérea antes y después de la prueba de handgrip. La caída general que se observa en el PEF podría ser debido a la fatiga o factores psíquicos (Bhandari y cols., 2013).

La mayoría de los estudios, se han realizado en mujeres no activas o sedentarias. Por tanto, todos los hallazgos encontrados y a la vez contradictorios, en relación con las variables espirométricas, requieren de un análisis detallado que concrete los efectos del ciclo menstrual en una población específica de mujeres jóvenes y activas.

1.6. CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN ESFUERZO

Los primeros estudios realizados sobre los efectos de las fases del ciclo menstrual en las respuestas del ejercicio físico no encontraron diferencias significativas en el VO₂ máx

hallados a través de pruebas máximas ni en la cinta ergométrica en atletas y no atletas (Allsen, Parsons y Rex Bryce, 1977), ni en el cicloergómetro en atletas (Schoene y cols., 1981). La FC tampoco sufrió variaciones significativas a lo largo del ciclo menstrual en las pruebas realizadas en cicloergómetros, tanto a intensidades submáximas (70% y 90% del VO_2 máx) (Eston y Burke, 1984), como a intensidades máximas (100% del VO_2 máx) (Higgs y Robertson, 1981). Respecto a la percepción del esfuerzo, sí se percibieron cambios en pruebas de carreras a una intensidad submáxima (40% y 70% del VO_2 máx) con un aumento durante la fase menstrual (Gamberale, Strindberg y Wahlberg, 1975), como a intensidades máximas (100% del VO_2 máx) con una mayor percepción del esfuerzo durante la fase premenstrual y menstrual (Higgs y Robertson, 1981).

En otros estudios, el rendimiento aeróbico, medido por la capacidad de oxígeno en la respuestas al ejercicio máximo o submáximo, tampoco parece ser alterado significativamente durante un ciclo menstrual ovulatorio regular (Bemben, Salm y Salm, 1995; y De Souza, Maguire, Rubin y Maresh, 1990). En su mayor parte, no parece que la capacidad máxima de oxígeno y las respuestas al ejercicio submáximo sean significativamente diferentes durante cualquier fase del ciclo menstrual (Constantini y cols., 2005; Frankovich y Lebrun, 2000; Lebrun, 2000; y Janse de Jonge, 2003).

La mayoría de los estudios informan que no hay cambios durante el ciclo menstrual en: el consumo de oxígeno máximo, la respuesta del lactato durante el ejercicio, el peso, el volumen plasmático, la concentración de hemoglobina, la FC y la ventilación (Janse de Jonge, 2003). Para un grupo de mujeres moderadamente activas, el rendimiento de la potencia anaeróbica, medido a través de la prueba de escalera de Margaria-Kalamen y el test de Wingate, que fue medido en la fase menstrual y fase lútea, no fue influenciado por la fase del ciclo menstrual (Bushman, Masterson y Nelsen, 2006).

Un estudio realizado con mujeres remeras clasificadas en función del grado de entrenamiento y su nivel competitivo, realizaron una prueba incremental hasta la extenuación en un ergómetro de remo durante la fase folicular y la fase lútea del ciclo menstrual (Vaiksaar y cols., 2011). Las variables de estudio fueron: la potencia, la FC, el consumo de oxígeno (VO_2), la producción de dióxido de carbono (VCO_2), la ventilación minuto (VE), el cociente respiratorio (RER) y los equivalentes ventilatorios de O_2 (VE/VO_2) y CO_2 (VE/VCO_2), que fueron medidos en el punto máximo y a intensidades de transición aeróbica anaeróbica. Además, se obtuvo la máxima concentración de lactato en sangre después de la prueba. Los valores no mostraron

diferencias significativas entre ambas fases del ciclo menstrual ni en carga máxima ni en intensidad de umbral en los diferentes grupos de remeros estudiadas. Por lo tanto, el rendimiento de resistencia específica para este deporte, el remo, no es influenciado por la fase del ciclo menstrual normal ni para el ciclo menstrual de usuarias que toman anticonceptivo y las remeros no deben preocuparse por el momento de su ciclo menstrual en cuanto a rendimiento optimizado a esta resistencia específica (Vaiksaar y cols., 2011).

Otro estudio similar al anterior en el que se realizó una prueba incremental máxima en cicloergómetro, no encontró diferencias significativas entre la fase folicular y la fase lútea en reposo, con carga máxima, ni en cualquier umbral seleccionado, o en cualquier etapa de la prueba incremental (Smekal y cols., 2007). Se observó que los valores más altos para el VE/VO_2 , VE/VCO_2 y VE en reposo, en el agotamiento y en el umbral anaeróbico fue en la fase lútea. No se encontraron cambios de rendimiento asociados con el ciclo menstrual, aun que se observó una mayor ventilación en la fase lútea en comparación con la fase folicular del ciclo menstrual (Smekal y cols., 2007).

Según un estudio (Lebrun, 1993), investigaciones que han utilizado los niveles de estradiol y de progesterona como un índice de confirmación de la ovulación, no encontraron diferencias significativas en todo el ciclo menstrual ya sea en el ejercicio máximo como en el submáximo. A pesar de ello, detectaron una ligera disminución en la capacidad aeróbica durante la fase lútea (Lebrun, 1993). El aumento de los niveles de estradiol y progesterona durante la fase lútea conduce a una retención de líquidos neta debido a una interacción compleja del sistema aldosterona-renina-angiotensina. En consecuencia, hay cambios en los electrolitos séricos, la osmolaridad y variaciones menores en la hemoglobina, pero éstos no tienen repercusiones cuantificables para el rendimiento.

En atletas de élite, también se aprecia una ligera disminución en la capacidad aeróbica, donde el VO_2 máx tanto absoluto como relativo fue ligeramente inferior en la fase lútea que en la fase folicular (Lebrun y cols., 1995). A pesar de este cambio, otros parámetros que evaluaron no mostraron cambios significativos como: la FC máx, la ventilación minuto máxima, la máxima relación de intercambio respiratorio, el rendimiento anaeróbico y el tiempo de resistencia a la fatiga (al 90% del VO_2 máx) (Lebrun y cols., 1995). Otra investigación encontró una disminución en la eficiencia del ejercicio durante la fase lútea (Campbell, Angus y Febbraio, 2001).

En estudiantes de INEF (19 y 24 años), la resistencia aeróbica no varió en ninguna fase del ciclo menstrual (menstrual, folicular y luteínica), aun que también se observó una tendencia al empeoramiento en la prueba de resistencia aeróbica de los valores de VO_2 máx durante la fase luteínica (Nácher, Moreno y Balagué, 1995).

En mujeres corredoras eumenorreicas, moderadamente entrenadas, se estudiaron durante sus ciclos menstruales, divididas en cinco fases: folicular temprana, folicular tardía, lútea temprana, lútea media y lútea tardía. Los sujetos fueron estudiados en reposo y durante el ejercicio a velocidades que corresponde inicialmente al 55% y hasta el 80% del VO_2 máx. La ventilación (Lxmin^{-1}) fue significativamente mayor en la fase media lútea en comparación con la temprana folicular durante las tres condiciones: en reposo, al 55% del VO_2 máx y 80% VO_2 máx. Los valores de VO_2 fueron significativamente mayores en la fase medio lútea en comparación con la temprana folicular (Williams y Krahenbuhl, 1997). El estudio concluyó que la economía de carrera fue significativamente menor al 80% del VO_2 máx (VO_2 superior), y no al 55% del VO_2 máx, durante la media lútea ($41,4 \pm 0,8 \text{ mlxkg}^{-1}\text{xmin}^{-1}$) en comparación con la temprana folicular ($40,2 \pm 0,5 \text{ mlxkg}^{-1}\text{xmin}^{-1}$) (Williams y Krahenbuhl, 1997).

Un estudio quiso comprobar si la quimiosensibilidad ventilatoria tanto en reposo como en ejercicio podría incrementarse en las mujeres cuando los niveles de estrógeno y progesterona son más altos, es decir, durante la fase lútea del ciclo menstrual (Macnutt, De Souza, Tomczak, Homer y Sheel, 2012). Un grupo de chicas jóvenes sanas fueron evaluadas a través de un ciclo completo: durante la temprana fase folicular, la tardía fase folicular, la fase inicial lútea y en la mitad de la fase lútea. Se evaluó la ventilación en reposo y la quimiosensibilidad ventilatoria mediante la respuesta ventilatoria hipóxica en una prueba isocápnica. Los participantes completaron un ejercicio en bicicleta submáximo en normoxia e hipoxia. Se observó un efecto significativo de la fase del ciclo menstrual en reposo en la ventilación minuto, que fue elevado en la fase media lútea en relación con las fases temprana y tardía folicular. La sensibilidad a los estímulos químicos fue inalterada por la fase del ciclo menstrual, lo que significa que cualquier efecto mediado por las hormonas es de una magnitud insuficiente para superar la variación inherente en estas medidas de quimiosensibilidad. El estudio no detectó ningún efecto de la fase del ciclo menstrual en la ventilación durante el ejercicio submáximo y encontró que la respuesta ventilatoria en normoxia y ejercicio hipóxico fue cuantitativamente similar entre hombres y mujeres (Macnutt y cols., 2012).

En cuanto a mujeres sedentarias, en un grupo relativamente grande de mujeres que no practicaban deporte y que vivían a gran altitud (a 3.600 m de altura), la producción máxima de trabajo es de aproximadamente un 5% más alto durante la fase lútea, donde sitúan mayores ventilaciones por minuto y equivalentes ventilatorios en el ejercicio submáximo, pero ningún efecto global sobre VO_2 máx (Brutsaert y cols., 2002). Un estudio realizado en bajas altitudes (a nivel del mar), y con el uso de una cámara hipobárica para simular altas altitudes (a 4.300 m, con 446 mmHg), y a pesar de un aumento significativo de los niveles de progesterona en la fase media lútea, no documentó ninguna diferencia significativa en ninguno parámetro de la ventilación o el rendimiento físico tanto en ejercicio máximo como submáximo (al 70% del VO_2 máx) (Beidleman y cols., 1999).

Otro estudio realizado con ocho mujeres moderadamente activas durante las tres fases del ciclo, verificadas con los niveles de hormonas: folicular temprana (niveles bajos de estrógeno y progesterona), medio folicular (aumento de estrógeno y baja progesterona) y media lútea (aumento de estrógenos y progesterona), no se detectaron diferencias significativas en el umbral de lactato, VO_2 máx, o cualquier otra medida de la aptitud cardiorrespiratoria (Dean, Perreault, Mazzeo y Horton, 2003). Similar a estos resultados, fueron los obtenidos en otra investigación cuyo rendimiento aeróbico y las adaptaciones cardiorrespiratorias al ejercicio no fueron influenciadas por las fases del ciclo menstrual, pero en cambio, el rendimiento en el ejercicio de alta intensidad es mejor y con una producción de lactato disminuida, en la fase lútea, cuando los niveles de estradiol y progesterona son elevados (Jurkowski, Jones, Toews y Sutton, 1981).

Por otro lado, los efectos de las hormonas sexuales esteroideas sobre el metabolismo de sustrato, podría afectar teóricamente a la resistencia aeróbica, aun que la evidencia hasta la fecha es contradictoria (Constantini y cols., 2005).

Se ha demostrado una mejora en el rendimiento aeróbico durante la fase lútea asociada a un aumento de glucógeno muscular (Hackney, Muoio y Meyer, 2000; y Nicklas, Hackney y Sharp, 1989) o por una disminución del lactato sanguíneo (Bemben y cols., 1995). La magnitud de tal cambio puede ser mayor con una dieta adecuada que con las hormonas por sí solas. Por ejemplo, se demostró una mayor resistencia en la fase lútea y mayor almacenamiento de glucógeno muscular con una dieta alta en carbohidratos en comparación con una dieta moderada en hidratos de carbono (Walker, Heigenhauser, Hultman y Spriet, 2000). Se han usado una amplia variedad de protocolos diferentes, incluidos unos con esfuerzo

incremental contra otros steady-state ejercicios estables (ejercicio estacionario), diferentes porcentajes de la capacidad aeróbica y cicloergómetro contra cinta ergométrica. La normalización de otras variables, tales como la hora del día, el estado nutricional, o motivación psicológica de los sujetos, ha sido irregular. Como se puede imaginar, la cantidad de datos que se generan en este tipo de estudios es asombrosa, y la interpretación de los resultados puede ser confusa.

En contraste, otros investigadores han informado de ningún cambio de fase del ciclo menstrual en los efectos de la suplementación de carbohidratos en el rendimiento o en los niveles plasmáticos de los sustratos durante el ejercicio prolongado al 70% del VO_2 máx (Bailey, Zacher y Mittleman, 2000). Pero sin embargo, otros autores aseguran que es probable que el estado nutricional inicial y las reservas de glucógeno y la reposición adecuada de carbohidratos durante el ejercicio contribuyan tanto o más a la mejora de rendimiento que las fases del ciclo menstrual (Campbell y cols., 2001).

Siguiendo con los aspectos metabólicos y su posible influencia en el rendimiento, a pesar de no haber sido investigado en este trabajo es preciso destacar algunos aspectos interesantes. Según la revisión de Oosthuyse y Bosch, (2010), aunque varios estudios han encontrado un cambio en el rendimiento de la resistencia que varían entre las fases menstruales, hay un número igual de estudios que no informan estas diferencias. En estos estudios se sugiere que el estrógeno puede mejorar el rendimiento en la resistencia mediante la alteración del metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, y que la progesterona parece actuar de forma antagónica (Oosthuyse y Bosch, 2010). Una concentración alta de estrógenos en la fase lútea aumenta la capacidad de almacenamiento de glucógeno muscular en comparación con el medio bajo de estrógeno en la fase folicular temprana. Sin embargo, siguiendo una dieta rica en carbohidratos compensará el glucógeno muscular en la fase folicular temprana a los valores obtenidos en la fase lútea (Oosthuyse y Bosch, 2010). Las concentraciones de estrógenos de la fase lútea reducen dependencia de glucógeno muscular durante el ejercicio y aunque todavía no están apoyadas por estudios en humanos, los estrógenos aumentan la disponibilidad de ácidos grasos libres y la capacidad oxidativa durante el ejercicio, favoreciendo el rendimiento en la resistencia (Oosthuyse y Bosch, 2010).

En el caso de los estrógenos, una de las acciones más importantes de estrógeno durante la fase lútea es su efecto sobre el sistema cardiovascular, ya que puede beneficiar el ejercicio submáximo de larga duración mediante el aumento en el almacenamiento del

glucógeno intramuscular y hepático y la síntesis de lípidos (Reilly, 2000). Estos efectos son debidos a una mayor lipólisis y un mayor uso de los ácidos grasos libres, ahorrando el glucógeno del músculo, y esto se ha comprobado tanto en reposo como durante el ejercicio (Frankovich y Lebrun, 2000).

En condiciones de reposo, un estudio (Das y Jana, 1991) evaluó el consumo de oxígeno basal a 32 mujeres con edades de entre 17-28 años, durante la menstruación, fases folicular y lútea del ciclo menstrual. El consumo total de oxígeno fue de $166,54 \pm 13,904$, $166,24 \pm 13,688$ y $176,51 \pm 14,780$ ml/min durante la menstruación, fase folicular y lútea respectivamente. El consumo de oxígeno fue significativamente mayor en la fase lútea en comparación con las otras dos fases mientras que era casi idéntica en las fases menstruales y foliculares. El aumento en el consumo de oxígeno se encontró que era un fenómeno post-ovulatoria posiblemente mediado por las hormonas, principalmente progesterona (Das y Jana, 1991).

Otro estudio investigó los efectos del ciclo menstrual en el rendimiento durante el ejercicio prolongado, tanto en la zona templada (20°C , al 45% de humedad relativa) como en condiciones calurosas y humedad elevada (32°C , humedad relativa del 60%) (Janse de Jonge, Thompson, Chuter, Silk y Thom, 2012). Para ello 12 mujeres activas fueron evaluadas durante la fase folicular temprana (días 3-6) y media lútea (días 19-25), verificada por la medición de estradiol y progesterona. Se tomaron datos de termorregulación, parámetros cardiorrespiratorios y percepción del esfuerzo RPE de Borg (Borg Rating of Perceived Exertion RPE Scale) en una prueba de 60 min de ejercicio al 60% del VO_2 máx, seguido de una prueba incremental hasta el agotamiento. Los resultados no mostraron diferencias en el rendimiento del ejercicio entre las fases del ciclo menstrual durante unas condiciones de clima templado, mientras que en condiciones calurosas y húmedas, el rendimiento se redujo durante la fase lútea. La combinación del ejercicio y el estrés de calor con la elevada temperatura corporal en la fase lútea, provocó cambios fisiológicos, cambios en la percepción del esfuerzo realizado y una mayor termosensibilidad, lo que puede explicar la disminución en el rendimiento (Janse de Jonge y cols., 2012).

Debido a la complejidad de estas diversas interacciones hormonales, se deberían considerar el máximo número de variables a controlar a la hora de evaluar una prueba de esfuerzo, ya que el resultado podría verse afectado por la interacción de todas ellas.

1.7. CICLO MENSTRUAL Y CONDICIÓN FÍSICA

1.7.1. CICLO MESTRUAL Y FUERZA

Las investigaciones sobre las diferencias en los niveles de fuerza relacionadas con las fases menstruales, han mostrado resultados contradictorios debido a las diferencias metodológicas. A pesar de que gran parte de la literatura informa que las fluctuaciones de las hormonas reproductivas femeninas durante todo el ciclo menstrual no afectan a las características contráctiles del músculo (Janse de Jonge, 2003); hay otros que evidencian una disminución en la fuerza y en la resistencia isométrica, relacionado con un aumento de la temperatura del músculo durante la fase lútea (Lebrun, 1993). A pesar de esto, en una reciente investigación se indica un aumento de la hipertrofia muscular y un aumento de fuerza mayor en la fase lútea que en la fase folicular después de 6 días de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (Sakamaki, Yasuda y Abe, 2012).

Muchas investigaciones no han observados ninguna variación significativa en las medidas de la fuerza como efecto de la fase menstrual (DiBrezza y cols., 1991; Higgs y Robertson, 1981; y Quadagno, Faquín, Lim, Kuminka y Moffatt, 1991). Un estudio que utilizó las medidas hormonales para la determinación de las fases, no encontró ninguna variación en la fuerza isocinética de los flexores y extensores de la rodilla entre la fase folicular y lútea (Lebrun y cols., 1995). Esto parece confirmar los resultados de estudios posteriores, donde se afirma que la fuerza muscular (por ejemplo, la fuerza de prensión, la fuerza isocinética e isotónica de flexión y extensión de la rodilla en la pierna y la fuerza en press de banca) no parece fluctuar significativamente durante el ciclo menstrual ovulatorio (Constantini y cols., 2005).

Un estudio analizó el rendimiento de la fuerza manual (10 minutos de elevación dinámica isométrica) en cinco ocasiones distintas del ciclo: en la menstruación, la ovulación, medio folicular, medio lútea y premenstrual (72 horas antes de la menstruación) (Birch y Reilly, 2002). Ni la fuerza isométrica máxima de elevación, ni el tiempo de resistencia al 45% de la fuerza isométrica máxima de elevación a dos alturas normalizadas se vieron afectados por la fase del ciclo menstrual (Birch y Reilly, 2002).

En una investigación se eliminaron muchos de los problemas metodológicos que se encuentran en la literatura mediante el uso de estimulación eléctrica para asegurar la activación neuronal máxima y la contracción muscular (Janse de Jonge y cols., 2001). En este

estudio, tampoco encontraron cambios significativos en la fuerza muscular de los cuádriceps, ni en la fatigabilidad o propiedades contráctiles estimuladas eléctricamente en 19 mujeres en las tres fases del ciclo menstrual, y no se produjeron correlaciones significativas de ninguno de los índices de fuerza con las concentraciones de hormonas reproductivas femeninas.

También se confirmó una falta de variación en la fuerza isométrica máxima voluntaria de los flexores y extensores de la rodilla durante dos ciclos menstruales consecutivos en mujeres moderadamente activas (Fridén, Hirschberg y Saartok, 2003). En este estudio, las fases fueron verificadas hormonalmente (en la temprana fase folicular, en la ovulación y en la fase media lútea), y las pruebas incluidas fueron la fuerza de prensión, la prueba del salto de una sola pierna, la fuerza muscular isométrica y la resistencia muscular.

Por otro lado, hay que considerar que la pérdida de fuerza muscular con el inicio de la menopausia ha llevado a algunos investigadores a especular que el estrógeno tiene un efecto inotrópico sobre la fuerza muscular (Phillips, Sanderson, Birch, Bruce y Woledge, 1996). En un estudio se produjo un pico mayor de fuerza justo antes de la ovulación, donde se incrementó un 11% la magnitud de la fuerza de los cuádriceps y de prensión manual en handgrip o dinamometría manual (Sarwar, Niclos y Rutherford, 1996). El cambio en la función del músculo en la mitad del ciclo podría ser debido al incremento en los niveles de estrógeno que ocurren justo antes de la ovulación. En cambio, la progesterona no parece tener ningún efecto sustancial sobre la fuerza muscular, pero la testosterona, aunque no se ha estudiado sistemáticamente, es probable que tenga tales efectos. Otro estudio que monitorizó la LH, estradiol, y los niveles de progesterona, concluyeron que la contracción muscular voluntaria máxima fue significativamente mayor en la fase ovulatoria, tal vez relacionada con las propiedades contráctiles intrínsecas (Iwamoto, Kubo, Ito, Takemiya y Asami, 2002). En relación a los niveles de fuerza de prensión manual (handgrip) los valores fueron significativamente mayores durante la fase menstrual que en las fases folicular y lútea (Davies, Elford y Jamieson, 1991). En un estudio realizado con mujeres que practicaban culturismo, con ciclo menstrual regular y sin el uso de anticonceptivos orales, demostraron que aunque las mujeres tenían más fuerza durante sus menstruaciones, no hubo ninguna diferencia significativa de la fuerza durante la menstruación y en el día 15 del ciclo menstrual (Machado, Silva y Guanabario, 2002). La fuerza se evaluó en prensa de piernas y la prueba consistió en el máximo número de repeticiones al 70% de 1RM. En contra, el trabajo realizado por Jacobson y Lentz (1999), en las cuatro fases diferentes del ciclo menstrual: menstruación, fase estrogénica, ovulación, y fase progestágena, encontraron un menor desarrollo de la fuerza durante la fase premenstrual, y una menor potencia durante la fase menstrual (Jacobson y Lentz, 1999).

Otros estudios reportan un efecto circamenstrual, posiblemente causado por factores externos, en lugar de mecanismos centrales (Bambaeichi, Reilly, Cable y Giacomoni, 2004). Algunos han sugerido programa de periodización de los entrenamientos para las mujeres atletas para aprovechar las fluctuaciones hormonales óptimas, ya que a pesar de la amplia variabilidad interindividual, se han encontrado una correlación significativa entre los diferentes parámetros de fuerza y la acumulación de estradiol (Reis, Frick y Schmidtbleicher, 1995). El estradiol además de ejercer en sí, modifica la secreción de la hormona de crecimiento y del metabolismo (Leung, Johannsson, Leong y Ho, 2004). Los efectos anabólicos de esta hormona pueden promover el aumento muscular máximo en ciertos momentos durante el ciclo menstrual natural o ciclos controlados por hormonas en las mujeres que toman anticonceptivos orales (Bernardes y Radomski, 1998). Del mismo modo, se está convirtiendo en un potencial el uso clínico de la terapia de reemplazo de estrógeno en mujeres postmenopáusicas para preservar la fuerza muscular (Meeuwsen, Samson y Verhaar, 2000).

Los estrógenos benefician la fuerza muscular a través de un mecanismo subyacente basado en receptores de estrógeno para mejorar la calidad intrínseca del músculo esquelético más que la cantidad, por la unión de la miosina fuertemente a la actina durante la contracción, implicado este efecto cualitativo de estradiol sobre el músculo esquelético (Lowe, Baltgalvis y Greising, 2010).

En el músculo esquelético, los estudios con animales han demostrado que el sexo y el estrógeno pueden potencialmente influir en las propiedades contráctiles del músculo y atenuar los índices de daño muscular después del ejercicio, incluyendo la liberación de creatina quinasa (CK) en el torrente sanguíneo y mejorando la actividad de la hidrolasa ácida lisosomal intramuscular y beta-glucuronidasa (Enns y Tiidus, 2010). El estrógeno también se ha demostrado que desempeñan un papel importante en la estimulación de la reparación del músculo y los procesos regenerativos, incluyendo la activación y proliferación de células satélites. En contraste con los estudios en animales, los estudios con seres humanos no han delineado claramente el efecto de los estrógenos sobre la función contráctil del músculo o en los índices de daño muscular después del ejercicio y la inflamación. Estas inconsistencias se han atribuido a una serie de factores, incluyendo la edad, el nivel de condición física de los sujetos, el tipo e intensidad de los ejercicios, y las diferencias de sexo que por lo general implican factores hormonales, además de los estrógenos (Enns y Tiidus, 2010).

Respecto al estrógeno, un estudio (Sipavičienė, Daniusevičiūtė, Klizienė, Kamandulis y Skurvydas, 2013) investigó si la variación en los niveles de esta hormona durante el ciclo menstrual influye en el daño muscular inducido después de un ejercicio cíclico de estiramiento-acortamiento. En el estudio participaron mujeres físicamente activas con una media de edad de $20,2 \pm 1,7$ años, que realizaron una sesión de 100 caídas de saltos en el día 1 o 2 de la fase folicular y otra sesión idéntica en el día 1 o 2 de la fase ovulatoria. El alto nivel de estrógeno durante la fase ovulatoria podría estar relacionado con un retorno más rápido de la fuerza muscular de base después del ejercicio de estiramiento-acortamiento extenuante en esa fase en comparación con la fase folicular. El efecto de estrógeno parece ser altamente específico con la zona dañada porque las diferencias en la mayoría de los marcadores del daño muscular inducido después de un ejercicio de estas características (CK, dolor y fatiga) entre las dos fases del ciclo menstrual eran pequeñas (Sipavičienė y cols., 2013). En otro estudio realizado a dieciséis mujeres que entrenaban resistencia, completaron 75 ejercicios excéntricos basados en la extensión del brazo no dominante. En la fase con los estrógenos altos (lútea) tuvo lugar la mayor disminución de la fuerza y la más alta concentración de CK a las 96 horas. Con la excepción de la fuerza y CK, los signos y síntomas de del daño muscular inducido por la contracción fueron independientes de la fase del ciclo menstrual. La concentración de estrógeno en las mujeres puede tener efectos limitados sobre los síntomas asociados al daño muscular (Markofski y Braun, 2014).

A continuación se presentan el resto de estudios encontrados donde se analiza el comportamiento de los niveles de fuerza a lo largo del ciclo menstrual.

Tabla 2.
Estudios sobre el ciclo menstrual y la fuerza muscular

Referencia	Muestra experimental	Momentos de evaluación	Determinación de las Fases	Tipo de contracción	Método	Resultados
Janse de Jonge y cols., 2001.	N = 19 ciclo regular No ACO 29,9±8 años	- M (días 1-3) - FF tardía - FL	-Análisis de sangre. Niveles en plasma de Estrógenos, progesterona, FSH y LH: a las 8h. -Temperatura corporal basal oral: 5' antes de levantarse.	-Fz máx isométrica de cuádriceps. -Fatigabilidad -Propiedades contráctiles por estimulación eléctrica Isométrica cuádriceps Extensión rodilla 60°/sec (Nm) Flexión rodilla 60°/sec (Nm) Extensión rodilla 240°/sec (Nm) Flexión rodilla 240°/sec (Nm) Handgrip (N) Índice de Fatiga- extensión Índice de Fatiga-flexión	-Handgrip -Fz en Isocinético en flexión y en extensión de la rodilla -ANOVA -Biodex Multi-Joint System II -Biodex Medical Systems Inc, USA	Ns
Gür, 1997.	N=16 ciclo regular No ACO 24-35 años Sedentarias	-M (días 1-3) -FF (días 7-10) -FL (días 19-21)	-Análisis de sangre. Niveles en plasma de prolactina, FSH, LH, estradiol, progesterona, testosterona total, testosterona libre: tomado de 8h a 10h en la FF y FL	-Flexibilidad -Fz CON y EXC de cuádriceps e isquiotibiales Diferentes pruebas se obtuvo el pico de torque (PT) 60°/sec (4 repeticiones), el pico de torque (PT) 180°/sec (20 repeticiones) y el trabajo total (WT) 180°/sec. CON isquios/CON cuádriceps EXC isquios/EXC cuádriceps CON cuádriceps/EXC isquios EXC cuádriceps/CON isquios	Se midieron en 2 ciclos consecutivos y con orden aleatorio para eliminar efectos de fatiga y adaptación al proceso y dispositivos ANOVA. Análisis de varianza para medidas repetidas Test isocinético. Cybex 6000 El orden de la velocidad fue de lento a rápido	Ns
Kubo y cols., 2009.	N=8 ciclo regular No ACO 22,5±9 años Sedentarias o moderadamente activas	-M (días 1-3) -O (± 2 días de la predicción de la ovulación) -FL (7-10 días después de la predicción de la ovulación)	-Análisis de sangre. Niveles en plasma de progesterona, estradiol y LH. -Temperatura corporal basal oral: 5' antes de levantarse.	-Fz máxima voluntaria CON en la extensión de rodilla y en la flexión plantar - Nivel de activación del músculo (muslo) - Propiedades del tendón en extensores de la rodilla y en el flexor plantar Los valores obtenidos tanto en los extensores de la rodilla como en el flexor plantar fueron: Fz máx voluntaria (Nm) Pico de torque máx (Nm) Tiempo de pico de torque (ms) Tiempo medio de relajación (ms) Nivel de activación (%) Máx elongación (mm) Rigidez (N/mm)	Applied Office, Tokyo, Japan Interpolated twitch method Ultrasonography ANOVA de una vía con medidas repetidas. Primero se realizó la extensión de rodilla y luego la flexión plantar Se realizaron sobre la extremidad inferior derecha Fueron realizadas al azar	Ns
Elliott, Cable, Reilly y Diver, 2003.	N=7 ciclo regular No ACO 25±5 años No fumadoras	-Temprana FF (día 2) -Media FL (día 21 o 7 días después de la ovulación)	-Análisis de sangre. Niveles en plasma de progesterona, estradiol y testosterona. -Temperatura corporal basal oral. -Análisis de orina. Nivel de LH.	Fuerza isométrica voluntaria máxima del músculo primer interóseo dorsal de la mano.	Dinamómetro de dedos. Anderson-Darling normality test. Coeficiente de correlación de Pearson. Rango de correlación de Spearman para datos no paramétricos	Ns
Phillips y cols., 1996.	Los sujetos fueron divididos en 3 grupos: -Entrenadas (N=10) -No entrenadas (N=12) -Entrenadas y uso de ACO (N=5) -Grupo control de hombres no entrenados	-M -FF -O -FL	-Análisis de sangre. -Temperatura corporal basal oral antes de levantarse. -Análisis de orina en los días próximos a la ovulación (7 días antes de la menstruación). Nivel de LH.	-Fz máxima voluntaria del músculo aductor del pulgar (N) -Área de sección transversal del músculo (mm ²) -Fz máxima voluntaria/Área transversal (Nmm ⁻²)	Se utilizó un transductor entre la falange proximal del pulgar y el metacarpiano del dedo índice en el plano de la palma de la mano. Los dedos y las articulaciones interfalángica del pulgar se mantuvieron al máximo extendido. De seis a nueve contracciones máximas (aducción del pulgar) de 1-2 s de duración cada uno, fueron grabadas y la	Incremento de la Fz (sobre un 10%) en la FF en el grupo de entrenadas y no entrenadas. Esto fue

	(N=6). ciclo regular Mujeres: 17-39 años Hombres: 23-35 años Los grupos de entrenadas y de ACO pertenecían a dos clubes de remo y entrenan 6 días/semana durante el estudio				media de los tres a cinco mejores contracciones fueron las usadas	seguido por una caída similar en Fz alrededor del momento de la ovulación. Ns ni en hombres ni en mujeres con ACO.
DiBrezzo y cols., 1991.	N=21 ciclo regular No ACO 18-36 años	-M (dentro de las 24h después de que apareciera) -O (días 13-14) -FL (10 días después de la O)		-Fz de los músculos flexores y extensores de la rodilla Cada prueba se realizó a tres velocidades (60 grados, 180 grados, y 240 grados / seg)	Dinamómetro isocinético Cybex II Coeficiente de correlación de Pearson.	Ns
Fridén y cols., 2003b.	N=15 ciclo regular No ACO Moderadamente activas	-FF temprana -O -FL media	-Análisis de sangre. Niveles en plasma -Análisis de orina para detectar la ovulación midiendo los niveles de LH.	-Fz de prensión -Prueba de salto con 1 pierna -Fz muscular isocinética -Resistencia muscular	La fuerza muscular isocinética y la resistencia se realizaron con una prueba de extensión de rodilla con un instrumento estandarizado	Ns
Burgess y cols., 2010.	N=15 ciclo regular No ACO 23±1 años	-Día 3±0,4 -Día 13±0,2 -Día 21±0,3	-Análisis de sangre. Bioquímica de los niveles circulantes de estradiol y progesterona.	-Dinamometría -Ecografía -Electromiografía		Ns
Montgomery y Shultz, 2010.	N=71 ciclo regular (29 en la temprana FL; 32 en la media FL; 10 en ciclo no ovulatorios) No ACO 18-30 años Recreativamente activas	-FF temprana (los 6 primeros días de la menstruación) -Posovulatorio (temprana o tardía fase lútea)(los 8 primeros días después de la ovulación)	-Análisis de sangre. Niveles en plasma: estradiol, progesterona y testosterona. -Un test "positive home ovulation test" (CVS One Step Ovulation Predictor; CVS Corporation, Woonsocket, RI) (fase lútea).	-Torque de la máxima contracción isométrica voluntaria de los flexores y extensores de la rodilla (Nm/kg) (fuerza muscular máxima de los cuádriceps y de los isquiotibiales)	Biodex System 3 isokinetic dynamometer (Biodex Medical Systems Inc, Shirley, NY)	Ns
Sarwar y cols., 1996.	N=10 No ACO 20,7±1,4 años N=10 Sí ACO 20,5±1,1 años Ciclos regulares	-FF temprana: entre días 1-7 -FF media: días 7-12. -Mitad del ciclo: días 12-18 -FL media: días 18-21 -FL tardía: días 21-32	-Fases estimadas a partir del primer día de sangrado	-Fz máxima voluntaria isométrica de cuádriceps (N) -Propiedades contráctiles del cuádriceps -Fatigabilidad de cuádriceps -Fz de empuñadura	-Prueba de resistencia convencional en silla similar al descrito por Edwards, Young, Hosking y Jones (1977). -Estimulador muscular Digitimer (Tipo D37) provocada por un programador Digitimer (Tipo D4030). -El protocolo adaptado de Burke (Burke, Levine, Tsairis y Zajac, 1973) se utilizó para medir la fatigabilidad de los cuádriceps. -La fuerza de prensión manual se midió utilizando un dinamómetro hidráulico Jamar (JA Preston, Jackson, MI, EE.UU.).	S en No ACO Ns en ACO

Ns: no significativo; S: significativo estadísticamente; ACO: Anticonceptivo Oral; M: menstruación; FF: Fase Folicular; O: Ovulación; FL: Fase Lútea; Fz: fuerza; CON: Concéntrico; EXC: Excéntrico.

Los resultados de los diferentes estudios descritos de la Tabla 2 señalan que la función del músculo no tiene correlación con ninguna concentración de las hormonas reproductivas femeninas, ni se producen cambios significativos en los parámetros de la función muscular (Janse de Jonge y cols., 2001; Gür, 1997; Kubo y cols., 2009; Elliott y cols., 2003; DiBrezzo y cols., 1991; Fridén y cols., 2003b; y Montgomery y Shultz, 2010) ni en las propiedades mecánicas del músculo y del tendón humano (Kubo y cols., 2009; y Burgess y cols., 2010); así como en la resistencia muscular (Fridén y cols., 2003b) durante el ciclo menstrual.

En cambio, otros sí sugieren que los estrógenos tienen un efecto de fortalecimiento o de refuerzo sobre el músculo esquelético (Phillips y cols., 1996); así como un aumento significativo en la mitad del ciclo (ovulación) en comparación con las fases folicular y lútea (Sarwar y cols., 1996).

El propósito de un reciente estudio fue determinar si las unidades motoras del vasto medio (VM) y el vasto medial oblicuo (VMO) son reclutadas de forma diferentes y si este patrón de reclutamiento tiene un efecto de género o fase del ciclo menstrual (Tenan, Peng, Hackney y Griffin, 2013). Para ello se realizaron grabaciones de la unidad motora del VM y el VMO durante una extensión isométrica de la rodilla. Se probaron a hombres una vez, y a mujeres durante cinco fases del ciclo menstrual. La tasa de disparo inicial era inferior en el VMO que en la VM en mujeres pero no en los hombres; no hubo diferencias en los umbrales de reclutamiento para el VM y el VMO en uno u otro sexo o a través del ciclo menstrual; y hubo un efecto principal de la fase menstrual en tasa de disparo inicial, mostrando aumentos desde la temprana fase folicular a la fase lútea tardía. La tasa de disparo inicial en el VMO fue menor que en la VM durante la fase ovulatoria y media lútea. Por lo tanto, el control relativo de los VM y VMO cambia a través del ciclo menstrual, y esto podría influir en las patologías patelares que tienen una mayor incidencia en mujeres (Tenan y cols., 2013).

Se ha investigado la influencia de la pérdida parcial de sueño y la variación de la fuerza muscular en diferentes momentos del día en las mujeres eumenorreicas. Esto fue estudiado porque el sueño interrumpido es la forma más común de la falta de sueño en muchas ocasiones con motivo de viajes, de los diferentes turnos de trabajos, las noches antes de competiciones importantes... Los resultados mostraron que en ambas condiciones (con y sin pérdida parcial del tiempo de sueño) existió una variación diurna en el pico de torque de los flexores de la rodilla, siendo los valores más altos a las 18:00h que a las 6:00h (Bambaeichi, Reilly, Cable y Giacomoni, 2005). No se observó ninguna variación diurna significativa para las

otras medidas de fuerza muscular, al igual que no se observó ningún efecto significativo por la pérdida o el efecto de interacción parcial de sueño (dormir x hora del día) para las medidas de fuerza muscular. Como se observó el efecto de la hora del día con algunas de las medidas de fuerza muscular, sería conveniente que en el diseño de futuros estudios con mujeres, sería esencial el control de la hora del día en el que se lleven a cabo las pruebas de fuerza.

Los posibles efectos del ciclo menstrual en los ritmos circadianos humanos se han mantenido equívocas, en particular en el contexto de la fuerza muscular. El objetivo de otro estudio fue analizar los efectos aislados y combinados de variación del ciclo menstrual y los cambios diurnos en la fuerza muscular. Hubo efecto significativo en la hora del día en el pico de torque para la contracción isométrica de los extensores de la rodilla bajo estimulación eléctrica. El estudio observó que a las 18:00h, la fuerza muscular fue 2,6% mayor que a las 06:00h. También comprobaron que existió una variación a lo largo de las distintas fases menstruales, donde los valores de pico de torque en los flexores de la rodilla a $1,05 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ y en los extensores a $3,14 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, y también la contracción isométrica de los flexores de la rodilla, los valores son mayores en la fase de ovulación. De esta manera concluyeron que la fase del ciclo menstrual parecía tener un efecto mayor que la hora del día sobre la fuerza muscular en ese grupo de mujeres (Bambaeichi y cols., 2004).

1.7.2. CICLO MENSTRUAL Y FLEXIBILIDAD

La flexibilidad es uno de los componentes más importantes de la condición física, y su falta se asocia a problemas de ejecución y de mantenimiento de actividades motoras de la vida diaria (Myers y Huddy, 1985).

La valoración de la flexibilidad es una práctica habitual en el ámbito de la salud físico-deportiva. La amplitud de un movimiento depende de la movilidad de una articulación, relacionada con los límites anatómicos y limitada por elementos, como los ligamentos (Bragança de Viana, Bastos de Andrade, Salguero del Valle y González, 2008). Respecto a este aspecto, los cambios hormonales a lo largo del ciclo menstrual pueden aumentar la laxitud ligamentosa y disminuir el rendimiento neuromuscular (Hewett, 2000; y Constantini y cols., 2005).

Por un lado, se ha demostrado que los estrógenos regulan la síntesis de colágeno de los ligamentos en tejidos humanos (Liu, Al-Shaikh, Panossian, Finerman y Lane, 1997), y los

receptores de los estrógenos en el tejido muscular esquelético influyen en el control neuromuscular (Bryant, Crossley, Bartold, Hohmann y Clark, 2011).

Y por otro lado, las fluctuaciones en los niveles de progesterona, estrógenos y relaxina generan cambios cíclicos en la laxitud ligamentosa (Griffin y cols., 2006).

Un estudio examinó los efectos de los niveles de estrógenos endógenos y exógenos sobre la rigidez de las piernas y el centro de presión durante el salto (Bryant y cols., 2011). Participaron 19 mujeres ($28,0 \pm 4,2$ años) que hacían uso de anticonceptivo oral (ACO) y 19 mujeres ($31,9 \pm 7,3$ años) que no tomaban ACO. Los usuarios no ACO fueron evaluadas en el momento con los niveles más bajos de estrógenos (en la menstruación) y en la fase con los niveles más altos de estrógeno (cerca de la ovulación), mientras que las mujeres de ACO realizaron la prueba en el día 1 y en el día 14 de su ciclo. Los resultados no revelaron diferencias significativas en la rigidez de la pierna. Por el contrario, en el grupo de no ACO, fue significativamente mayor longitud y de la trayectoria del centro de presiones y mayor velocidad en la ovulación en comparación con la menstruación. Si bien no hubo un efecto inducido por los estrógenos en la rigidez de la pierna cuando el estrógeno es elevado significativamente durante la ovulación, si aumenta la extensibilidad del tejido conectivo y/o disminuye el control neuromuscular (Bryant y cols., 2011). Por lo que el funcionamiento o dinámica de las extremidades inferiores de las mujeres con ACO exige una menor dependencia de las estrategias de control neuromuscular modificados y pueden explicar la menor tasa de lesiones músculo-esqueléticas de miembros inferiores en esta población en comparación con los usuarios no ACO.

La temperatura es uno de los factores que afecta a la elasticidad en los músculos (Jarosch, 2011), de tal manera que, un aumento en la temperatura del tejido haciendo un ejercicio de calentamiento aumentará la extensibilidad del músculo y del tendón (Pasanen, Parkkari, Pasanen y Kannus, 2009). La temperatura del cuerpo muestra una fluctuación a través del ciclo menstrual, con un pico durante la fase lútea media mientras que en la fase folicular temprana y en la ovulación, es relativamente baja (Janse de Jonge y cols., 2012; y Petrofsky, Al Maly y Suh, 2007).

Dado que, ligamentos, músculos, tendones y extensibilidad disminuyen y aumentan con la temperatura del tejido disminuido o aumentado, no es de extrañar que el ciclo menstrual tenga efectos sobre la extensibilidad de los tejidos y de esta manera repercutir en

los niveles de flexibilidad. Aunque la extensibilidad del tejido disminuye con la temperatura de los tejidos disminuida, muchos estudios han informado de que la laxitud del ligamento anterior de la rodilla es mayor en la ovulación, donde la temperatura es comparativamente más baja que en otras fases (Park, Stefanyshyn, Loitz-Ramage, Hart y Ronsky, 2009; y Heitz, Eisenman, Beck y Walker, 1999). Sin embargo, la temperatura interna aumenta después de la ovulación. Estos hallazgos pueden explicar que los cambios de laxitud del ligamento anterior de la rodilla son una consecuencia de las fluctuaciones de los estrógenos durante el ciclo menstrual.

Un estudio investigó cómo afecta diferentes temperaturas y los niveles hormonales de estradiol (E2) en la laxitud del ligamento en diez mujeres sanas, no deportistas y de 18 a 30 años de edad. Se tomaron las concentraciones séricas de E2, la elasticidad del ligamento cruzado anterior (LCA), la fuerza para flexionar la rodilla (FFK), y la histéresis de flexión-extensión de rodilla (KFEH) tanto a una temperatura ambiente (22°C), como a una alta temperatura (38°C). Los resultados mostraron durante la ovulación, cuando los niveles de E2 fueron más altos, una elasticidad del LCA significativamente mayor y unos valores de FFK y KFEH significativamente menores. La elasticidad del LCA fue todavía mayor durante la ovulación a una temperatura de 38°C. Pero, los efectos del ciclo menstrual en FFK y KFEH se redujeron por el incremento de temperatura del tejido. El estudio concluyó que la elasticidad del LCA, FFK, y KFEH se vieron afectados no sólo por E2, sino también por la temperatura del tejido. Sin embargo, E2 tuvo mayor impacto en la elasticidad del LCA, mientras que la temperatura del tejido tuvo más impacto en la FFK y KFEH a 38°C de temperatura (Lee y cols., 2013).

Las mujeres son por lo general más flexibles que los hombres, atribuible a la mayor secreción de estrógenos en la mujer (Weineck, 1988) o debidos a los mayores niveles basales de la hormona relaxina (León, 2000), que favorecen mayores arcos de movimiento gracias a una retención de agua superior que le confiere al tejido menos densidad y con ello mayor extensibilidad (Delgado y Cossío, sin año). En la ovulación disminuye esa rigidez, a diferencia de las fases menstruales y folicular (Bell y cols., 2009). De la misma forma, se han encontrado una mayor laxitud durante la fase ovulatoria, y menor durante la fase lútea (Constantini y cols., 2005), de hecho hay estudios que tienen como criterio no ser medidas en la fase ovulatoria (Eiling, Bryant, Petersen, Murphy y Hohmann, 2007). Esto se corrobora en otro estudio que encontró más extensibilidad de los músculos isquiotibiales durante la fase ovulatoria, en comparación con la fase menstrual (Bell y cols., 2009).

Sin embargo, un estudio realizado en 10 deportistas de natación sincronizada, de entre 13 y 17 años, con ciclo menstrual regular y sin el uso de ningún tipo de anticonceptivo hormonal, mostraron mejoras significativas de flexibilidad durante la fase menstrual en la pruebas de “sit and reach” y en espagat frontal y lateral (Padro, 2013). Este estudio evaluó la flexibilidad en la fase menstrual y no menstrual, sin concretar en qué días se refieren a la fase no menstrual, por lo que limita la posibilidad de contrastar con otros estudios.

En cambio, no todas las investigaciones demuestran dichos cambios en la flexibilidad de la articulación coxo-femoral (Delgado y Cossío, sin año), ni para la flexibilidad de hombro, codo, cadera, rodilla y espalda en un grupo de mujeres jóvenes que practicaban gimnasia (Mattos, Simão, Vale, Batista y Novaes, 2006), ni incluso para los 20 movimientos de flexibilidad que abarca el Flexitest (Chaves, Simão y Araujo, 2002). En este último, en el análisis del comportamiento de la flexibilidad corporal global realizado por el estudio de Chaves y cols., (2002), se estudió a mujeres en un grupo experimental y en un grupo control que tomaban anticonceptivos orales durante al menos un mes. La flexibilidad se evaluó a través del “Flexitest”, lo que permite un análisis global de flexibilidad (Flexindex), por articulaciones, por movimientos y su variabilidad en la fase folicular, la ovulación y la fase lútea. Entre todos los tests que incluye “Flexitest”, aparece la misma prueba que la utilizada en la presente tesis: la extensión del tronco desde tumbado, y la flexión del tronco, aunque desde una posición diferente. Los Flexíndices se compararon con los percentiles correspondientes en cuanto a sexo y edad y los resultados no mostraron diferencias significativas en cuanto a flexibilidad, por movimientos o Flexindex. No se observaron diferencias significativas entre las articulaciones y los índices de variabilidad durante el ciclo menstrual. Estos datos no corroboran la impresión empírica de los cambios de flexibilidad durante las fases del ciclo menstrual. Sin embargo, es posible que la falta de variación podría haber ocurrido debido a algunas características de la muestra o a las limitaciones del Flexitest en la identificación de pequeños cambios, lo que plantea la necesidad de otros estudios (Chaves y cols., 2002).

Un estudio realizado con mujeres jóvenes adultas (18 y 35 años) que practicaban gimnasia (Melegario, Simão, Vale, Batista y Novaes, 2006) con ciclos menstruales regulares y que no tomaban anticonceptivos orales. La flexibilidad se evaluó a través de la goniometría, usando ocho movimientos (de los que incluyeron la flexión de la columna lumbar), en tres fases del ciclo menstrual (folicular, ovulatoria y luteínica). Los sujetos fueron sometidos a una prueba hormonal, donde se verificaron los niveles de estrona, estradiol y progesterona. Los resultados demostraron que no se observaron diferencias significativas en el grado de

flexibilidad durante las fases folicular, ovulatoria y lútea del ciclo menstrual (Melegario y cols., 2006). Esta falta de cambios en la flexibilidad también se confirma en uno de los estudios más recientes (Teixeira, Fernandes, Damasceno, De Lacio y Cabral, 2012). Cuarenta y cuatro mujeres fueron divididas en dos grupos: en un grupo control con el uso regular de los anticonceptivos hormonales, y un grupo experimental, que no usaron anticonceptivos. Toda la muestra fue sometida a la prueba de flexibilidad “sit and reach”, una vez en cada fase del ciclo menstrual (folicular, la ovulación y la lútea). Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los grupos ni entre las diferentes fases del ciclo. Independientemente de la fase del ciclo menstrual y de la utilización de los anticonceptivos hormonales, la flexibilidad física no se altera en las mujeres jóvenes (Teixeira y cols., 2012).

Estos resultados contradictorios hacen que se especule si el ciclo menstrual puede afectar o no al rango de movimiento articular. Cabe destacar que dichos estudios emplearon pruebas distintas y en diferentes fases, lo que hace difícil comparar resultados. Son necesarios estudios que analicen las mismas pruebas, en las mismas fases del ciclo, con una muestra mayor y de características similares para clarificar dichos aspectos.

Por otro lado, es importante señalar que las mujeres tienen un mayor riesgo de lesión en los deportes que los hombres, a veces por un factor mayor de diez (Martínez, 2003). Hay una teoría común desde hace décadas de la presencia de receptor de estradiol 17-beta en el LCA (Liu y cols., 1996; y Lee y cols., 2013). Los tendones, los músculos y los ligamentos en humanos, están compuestos por fibras de colágeno. Cuando aumenta la concentración de estrógenos, se produce una disminución en la formación de colágeno y una proliferación de fibroblastos, que provoca flojedad en el ligamento, una fuerza muscular débil y elasticidad del tendón, que hace que el LCA sea más susceptible a lesiones (Yu, Liu, Hatch, Panossian y Finerman, 1999; y Liu y cols., 1997). Esto se ha corroborado en estudios donde se demuestra que disminuye la rigidez del tendón durante la ovulación (Bell y cols., 2009), lo que explica mayor número de lesiones en la fase ovulatoria (Wojtys, Huston, Lindenfeld, Hewett y Greenfield, 1998). La falta de registro de la flexibilidad en dicha fase en el presente trabajo, no permite contrastar información. Por el contrario, otros aseguran mayor riesgo de lesión en la fase folicular y en la menstruación (Slauterbeck y cols., 2002).

Según el artículo de (Constantini y cols., 2005), estos estudios sugieren un mayor potencial de incidencia de lesión del LCA durante la fase ovulatoria, y una más baja durante la fase lútea, sin estar claro si la fase folicular alberga un mayor riesgo. Otro estudio (Heitz y cols.,

1999) comprobó que la mayor laxitud LCA se asocia con la fase lútea, donde los resultados demostraron una clara relación entre la mayor laxitud LCA de la mujer y los niveles crecientes de estrógenos y progesterona durante un ciclo menstrual normal.

Otras hormonas que podrían afectar a la laxitud de los ligamentos son la relaxina, la estrona y la testosterona. Un estudio no encontró efectos de la relaxina en la laxitud de la rodilla en atletas femeninas (Arnold, Van Bell, Rogers, y Cooney, 2002). En cambio, un estudio con mujeres sanas activas que no tomaban anticonceptivos orales y que practicaban ciclismo, existió una correlación significativa entre el estradiol, el estriol, la progesterona y la rigidez del LCA, lo que sugiere que las fluctuaciones de los niveles de hormonas sexuales pueden influir en la rigidez del LCA cerca de la ovulación (Romani, Patrie, Curl y Flaws, 2003).

Los niveles de testosterona también cambian con el ciclo menstrual, pero esto sólo ha sido pocas veces abordado en los estudios sobre la laxitud de la rodilla, a pesar de que se ha encontrado que la testosterona tiene un efecto aún mayor que progesterona (Shultz, Kirk, Johnson, Sander y Perrin, 2004).

En un estudio sobre la actualización de la lesión del LCA (Shultz y cols., 2012) muestra la información conocida más importante y los avances más recientes. En él señala que el riesgo de sufrir una lesión del LCA parece ser mayor: durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual que durante la fase posovulatoria y en atletas de élite femenina que han elevado las concentraciones de relaxina en los niveles de suero. Además, añade que los receptores de las hormonas sexuales en el LCA humano (por ejemplo, el estrógeno, testosterona y relaxina) y en el músculo esquelético (estrógeno, testosterona) sugieren que tienen el potencial para influir directamente en estas estructuras. Finalmente señala que las variaciones fisiológicas normales en las concentraciones de hormonas sexuales en todo el ciclo menstrual se han asociado con cambios sustanciales en los marcadores del metabolismo y en la producción del colágeno, en la laxitud de la articulación de rodilla y en la rigidez del músculo. Sin embargo, las grandes variaciones individuales en los perfiles hormonales a través del ciclo menstrual se asocian con variaciones sustanciales interindividuales en la magnitud de los estos cambios fenotípicos (Shultz y cols., 2012).

1.7.3. CICLO MENSTRUAL Y POTENCIA ANAERÓBICA

La capacidad anaeróbica refleja el uso rápido de fosfágenos (fosfato creatina) y de reservas de ATP en los músculos locales y en las fibras de tipo II a las que proporcionan la mayor contribución (Constantini y cols., 2005). La resistencia anaeróbica o la glucólisis anaeróbica se pueden medir utilizando numerosas pruebas en laboratorio y pruebas de campo.

Respecto a la potencia aláctica, en la actualidad, en la mayoría de los deportes es una de las características más importantes para tener éxito. Para entrenar óptimamente la potencia es necesario evaluar correctamente la fuerza explosiva. La potencia anaeróbica como valor de referencia para la planificación del entrenamiento de la misma, también es importante, por lo que conocer en qué medida pudiera ser o no afectada por el ciclo menstrual en la mujer deportista o activa resulta muy necesario.

De muy diversas maneras y con diferentes métodos se la ha intentado medir con diferentes instrumentos y pruebas que van desde el test de Margaria, el test Wingate hasta los diferentes tests diseñados por el Dr. Bosco.

Según el autor del test de Bosco, la introducción de esta nueva forma de valoración ofrece a los entrenadores, médicos deportivos, fisiólogos y docentes, una posibilidad diagnóstica tanto de los procesos neuromusculares como de los metabólicos durante una prueba de breve duración y altísima intensidad de trabajo (Bosco, 2000). Las pruebas de breve duración, de 5-15 segundos, son imprescindibles para la evaluación de los deportistas que se dedican a disciplinas en las que la fuerza explosiva es una función importante para la práctica del deporte a nivel competitivo. La potencia mecánica durante los saltos continuos (5-15 segundos) se ha mostrado como un parámetro funcional muy sensible a la calidad y a las características individuales o a las adaptaciones inducidas por el entrenamiento (Bosco, Luhtanen y Komi, 1983). Además, se han observado correlaciones estadísticamente significativas con el test de Margaria, con el test de Abalakov, con el pico del momento de fuerza medido con el Cybex, con el tiempo empleado en recorrer 60 m y con el test de Wingate (Bosco y cols., 1983).

De los estudios que utilizaron la plataforma de Bosco se ha encontrado la siguiente información.

En el estudio realizado con chicas estudiantes de INEF con ciclo menstruales regulares, comprobaron que la fuerza explosiva medida a través del test Counter Movement Jump (CMJ) con brazos libres, no se identificaron ninguna diferencia significativa en el resultado obtenido durante las tres fases del ciclo menstrual (menstrual, folicular y lútea) (Nácher y cols., 1995). Otros estudios tampoco han encontrado ninguna diferencia ya sea en la producción de energía anaeróbica entre las fases del ciclo, pero sí una mayor capacidad anaeróbica y de potencia máxima durante la fase lútea (Miskec, Potteiger, Nau y Zebras, 1995; y Masterson, 1999). Recientemente, las tecnologías más novedosas e interesantes, como la espectroscopia de resonancia magnética nuclear, permitirá instantáneamente valores objetivos de la dinámica del fosfato del músculo a nivel celular. Estas técnicas ofrecen una ventana fascinante para conocer el metabolismo muscular durante el ciclo menstrual.

Un estudio realizado en un grupo con siete mujeres eumenorreicas y diez mujeres que toman anticonceptivos orales monofásicos, fueron medidas en las pruebas de fuerza-velocidad (potencia de pedaleo máximo en cicloergómetro), multi-salto (salto de potencia máxima), y en prueba de squat jump (altura del salto máximo). Los resultados no mostraron diferencias significativas entre las fases (menstruación, fase media folicular y fase media lútea) en el grupo de anticonceptivo oral en cualquier medida de rendimiento anaeróbico (Giacomoni, Bernard, Gavarry Altare y Falgairrette, 2000). Sin embargo, en el grupo de mujeres sin anticonceptivos y con síntomas pre y menstruales, sólo la potencia máxima del salto se redujo en un 8% en la menstruación en comparación con la fase folicular. Por ello se ha sugerido que la presencia o ausencia de los síntomas del síndrome premenstrual o menstrual podrían tener un efecto, posiblemente a través del ciclo de estiramiento-acortamiento de los tendones y ligamentos (Giacomoni y cols., 2000).

En un estudio realizado en la etapa de preparación especial de 22 deportistas integrantes de preselecciones nacionales de balonmano y gimnasia rítmica, no se encontraron diferencias significativas en la fuerza explosiva (Izquierdo y Almenares, 2002). La fuerza explosiva se midió a través del salto vertical sobre ambas piernas, el CMJ, que consistió en saltar con las manos en la cintura para minimizar la contribución del impulso de los brazos y evitar los desplazamientos horizontales y laterales. Se registró el tiempo de vuelo y la altura del salto y se realizaron tres saltos para contabilizar en cm el más elevado. Se observaron variaciones en la capacidad de fuerza explosiva pero sin alcanzar niveles estadísticamente significativos, que reflejan una tendencia a disminuir en la fase menstrual y premenstrual. Los

valores de fuerza explosiva fueron similares en cada una de las fases para ambos deportes (Izquierdo y Almenares, 2002).

En otro estudio se comprobó que la capacidad anaeróbica no estaba afectada por las fases ováricas en mujeres físicamente activas con ciclos menstruales regulares (Shaharudin, Ghosh e Ismail, 2011). Este estudio evaluó la capacidad anaeróbica en 3 sprints consecutivos en ciclismo al 120% del VO_2 máx y con 20 minutos de descanso entre carreras durante la fase media lútea y media folicular. La capacidad anaeróbica se cuantificó mediante la medición de déficit de oxígeno máximo acumulado, y los resultados indicaron que no hubo ninguna diferencia significativa en el déficit de oxígeno máximo acumulado ni en el rendimiento de los sprints entre ambas fases (Shaharudin y cols., 2011).

La bibliografía encontrada no presenta una muestra lo suficientemente representativa que permita dar mayor consistencia a los aspectos que relacionan la potencia anaeróbica y el ciclo menstrual.

1.7.4. CICLO MENSTRUAL Y EQUILIBRIO

El equilibrio es un requisito esencial para el desempeño de las tareas diarias y de las actividades deportivas (Cote, Brunet, Gansneder y Shultz, 2005; y Murphy, Connolly y Beynnon, 2003). Se define como el proceso que mantiene el centro de gravedad dentro de la base de apoyo del cuerpo y requiere ajustes constantes que son proporcionados por la actividad muscular y la posición de las articulaciones (Arnold y Schmitz, 1998; y Battistella y Shinzato, 1999).

La regulación del equilibrio depende de los estímulos visuales, vestibulares y propioceptivos (Bressel, Yonker, Kras y Heath, 2007; y Gribble, Tucker y White, 2007). Es por ello que para el mantenimiento de la postura se requiere de la detección sensorial de los movimientos del cuerpo, la integración de la información sensorial-motora en el sistema nervioso central y una adecuada respuesta motora (Beard y Refshauge, 2000; y Hills y Parker, 1991). Por otro lado, también se ha destacado la importancia de la propiocepción de la articulación de rodilla, que es esencial para el movimiento y la estabilidad. La información aferente obtenida por los propioceptores colocados en las cápsulas, ligamentos y husos musculares contribuyen a la estabilidad de la articulación, el control postural y control motor (Beets y cols., 2012).

Tradicionalmente, el control postural ha sido considerado como una tarea automática o de reflejo controlado, sugiriendo que los sistemas de control postural utilizan recursos de atención mínimos. Sin embargo, estudios recientes han evidenciado lo contrario, sugiriendo que hay recursos de atención significativos para el control postural y que estos requerimientos varían en función de la tarea postural, la edad del sujeto y de sus habilidades de equilibrio (Woollacott y Shumway-Cook, 2002). Por lo que no se nombra ni el género, ni las fases del ciclo menstrual.

Las causas de las diferencias interindividuales en la forma en que percibimos y controlamos el equilibrio y la orientación espacial, son poco conocidas. Un estudio (Isableu y cols., 2010) analizó la estabilidad postural, la orientación general del cuerpo y los modos de estabilización segmentaria relativa a cualquier marco de referencia en el plano externo (espacio) y egocéntrico (segmentos adyacentes). En este caso, se propuso que las diferencias interindividuales reflejan los modos preferidos de referencia espacial y que estas preferencias o "estilos" se mantienen en el nivel de la percepción espacial y de control motor. Los resultados mostraron la eficacia de los mecanismos de integración multisensorial para controlar el equilibrio postural; y la orientación en circunstancias de dificultad de equilibrio estático y dinámico con señales visuales engañosas, depende de la capacidad del sujeto para identificar y explotar marcos de referencias no visuales adecuados (Isableu y cols., 2010).

En cuanto al tobillo y el equilibrio, un estudio investigó las diferencias entre sexos, las fluctuaciones hormonales, la estabilidad del tobillo y el control postural dinámico (Ericksen y Gribble, 2012). Para ello examinó las posibles contribuciones de hormonas en la laxitud del tobillo y en el control postural dinámico durante las fases preovulatoria y postovulatoria del ciclo menstrual. Las mediciones se llevaron a cabo mediante un artrómetro de tobillo y la "Star Excursion Balance Test" en mujeres sanas ($23,8 \pm 6,50$ años) y en un grupo control de participantes masculinos ($23,90 \pm 4,15$ años). Los resultados mostraron que aunque las mujeres presentaron una mayor laxitud de tobillo en inversión-eversión y un control postural menos dinámico, las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual (preovulatorio en comparación con posovulatorio) no afectó a la laxitud del tobillo o al control postural dinámico, dos factores que están asociados con la inestabilidad del tobillo (Ericksen y Gribble, 2012).

Respecto a la rodilla y el equilibrio postural, el propósito de un estudio (Fridén y cols., 2003a) fue investigar la oscilación postural y la cinestesia de la articulación de la rodilla durante el ciclo menstrual, y si el síndrome premenstrual influye en el equilibrio postural y la cinestesia. Participaron 13 mujeres con ciclos menstruales regulares y fueron medidas en la fase folicular temprana, en la ovulación y en la mitad de la fase lútea. La oscilación postural se midió con un disco de tobillo colocado en un Statometer, y cinestesia se midió con un dispositivo especialmente diseñado. Las fases del ciclo menstrual se determinaron con análisis de sangre y en orina, y el diagnóstico del síndrome premenstrual se realizó mediante cuestionarios validados. Ocho de 13 mujeres fueron clasificadas como síndrome premenstrual y a su vez, éstas tuvieron una mayor oscilación postural y un mayor umbral de detección de movimiento pasivo de las articulaciones de la rodilla que las mujeres sin síndrome premenstrual. Se detectó una tendencia hacia una mayor oscilación postural en la mitad de la fase lútea en las mujeres con síndrome premenstrual. Esto puede explicar el hallazgo de una mayor incidencia de lesiones deportivas en la fase lútea (Fridén y cols., 2003a).

Un estudio demostró que existe un control postural alterado durante la fase lútea en mujeres con síntomas premenstruales (Fridén y cols., 2005). En él, se investigó el control postural de mujeres con y sin síntomas premenstruales en tres fases del ciclo menstrual, verificadas hormonalmente. Para la medición de control postural, los sujetos estaban en una plataforma de fuerza en la postura de dos piernas (con los ojos abiertos y cerrados) y la postura de una sola pierna (con los ojos abiertos y cerrados). No hubo diferencias significativas en la postura de dos piernas entre las fases del ciclo menstrual o entre grupos. En la prueba de una sola pierna con los ojos abiertos, hubo un aumento significativo en el desplazamiento postural en la mitad de la fase lútea en el grupo con síntomas premenstruales, pero no se detectaron diferencias entre las fases en el grupo sin síntomas premenstruales (Fridén y cols., 2005).

Un estudio comparó los datos estabilométricos del equilibrio uni-podal entre el sexo y la pierna dominante/no dominante de forma estática y dinámica de 20 sujetos (10 mujeres y 10 hombres) físicamente activos de $22,56 \pm 5,7$ años (Fort y cols., 2009). Se midió la amplitud de la desviación del centro de presiones mediante una plataforma optométrica utilizando tres tests unipodales de dificultad progresiva: ojos abiertos, ojos cerrados y salto. Los resultados mostraron que en el equilibrio con ojos abiertos no se encontraron diferencias significativas en la desviación del centro de presiones en ninguna de las variables; mientras que en la prueba con los ojos cerrados se mostraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en el eje

lateral y anteroposterior de la pierna no dominante. Las mujeres mostraron un mayor equilibrio (menor desviación del centro de presiones) en los tests más dinámicos (ojos cerrados y salto) en comparación con los hombres; y mayor desviación del centro de presiones en la pierna no dominante en la recepción del salto (Fort y cols., 2009).

Hay evidencia de que el peso corporal es un fuerte predictor de la estabilidad postural con perturbaciones posturales asociadas con la obesidad, y que aparecen en la adolescencia (Hue y cols., 2007; y McGraw, McClenaghan, Williams, Dickerson y Ward, 2000). La relación lineal entre la magnitud de la pérdida de peso y la mejora del equilibrio proporciona apoyo adicional a la sugerencia de que el peso corporal es un importante predictor de la estabilidad postural (Hue y cols., 2007). De hecho, un estudio que analizó en jóvenes universitarios (18 hombres y 50 mujeres) la influencia del IMC en el equilibrio general, antero-posterior y medio-lateral con ojos abiertos y con ojos cerrados, los resultados confirmaron que el equilibrio estático de cada sujeto varía dependiendo de los distintos valores antropométricos y biomecánicos que muestren (Gallego, Hita, Lomas-Vega y Martínez-Amat, 2011). En concreto, concluyó que, a mayor IMC, mayor es el valor del índice de estabilidad antero-posterior, al encontrarse el sujeto con los ojos cerrados, determinando un peor equilibrio del sujeto en el plano sagital al cerrar éste los ojos. (Gallego y cols., 2011).

Un estudio comprobó que el ciclo menstrual influye en la estabilidad postural, pero no en la función optocinética (Darlington, Ross, King y Smith, 2001). En este estudio, en cuanto a la estabilidad postural en las diferentes fases del ciclo, no hubo ningún efecto significativo sobre el balanceo anterior-posterior, pero sí afectó significativamente en la desviación lateral, con un balanceo en el día 5 significativamente mayor que en los días 12 y 21, y un balanceo en el día 25 significativamente mayor que en el día 21 (Darlington y cols., 2001).

1.8. CICLO MENSTRUAL Y PARÁMETROS PSICOLÓGICOS

1.8.1. CICLO MENSTRUAL Y PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO. ESCALA DE BORG RPE

Es evidente que cada individuo puede percibir el mismo ejercicio de forma diferente, que el mismo nivel de esfuerzo para unos puede ser soportable y para otros máximo, e incluso para la misma persona en distintos momentos puede cambiar, pero en todos los casos estas diferentes percepciones determinan en parte las decisiones que se toman durante el entrenamiento y la competición. En cierta medida el esfuerzo percibido proviene de la

valoración del conjunto de sensaciones que se producen durante y después de la realización de un ejercicio, y se mide a través de una escala de rango de esfuerzo percibido (RPE), (Borg, 1962). La percepción del esfuerzo se puede considerar como una clase de gestalt o configuración de sensaciones: el esfuerzo, la tensión, el dolor y la fatiga que se producen en los músculos periféricos y en el sistema pulmonar, además de algún otro factor sensorial (Borg, 1962).

Cuando se realiza un trabajo muscular intenso, recibimos sensaciones de los músculos y articulaciones, mediante los receptores somato-sensoriales, el sistema respiratorio, la FC, y desde otros órganos corporales. Así, se implican muchos factores fisiológicos, como también recuerdos de situaciones de trabajo y rendimiento y las emociones relacionadas con ellos. Tanto la motivación como las emociones que aparecen durante el ejercicio pueden también influir en el rendimiento y en la percepción.

En este trabajo, se estudia si las distintas fases del ciclo menstrual forman parte de ese grupo de factores que alteran la percepción subjetiva del esfuerzo realizado, a través de la Escala de Percepción de Esfuerzo RPE de Borg (Borg Rating of Perceived Exertion RPE Scale) (Borg, 1998).

Se sabe poco acerca de la influencia de las fluctuaciones hormonales en la respuesta más subjetiva o psicológica para hacer ejercicio, sobre todo en las mujeres sedentarias. Aunque Pivarnik, Marichal, Spillman y Morrow, (1992) informaron de puntuaciones más altas de esfuerzo percibido (RPE) durante la fase lútea en comparación con la fase media folicular (cuando tanto la progesterona y los estrógenos son altos), los participantes en otro estudio tenían mayor RPE durante la fase ovulatoria (14-16 días) en comparación a la media folicular (días 7-8) y media lútea (días 22-23), (cuando sólo el estradiol es elevado) (Williams y cols., 2008). Según un estudio realizado con jugadoras de fútbol (Guijarro, de la Vega y del Valle, 2009), la percepción subjetiva del esfuerzo es una variable mediadora que puede precipitar que un deportista abandone la prueba incluso antes de que su consumo máximo de oxígeno y/u otras variables fisiológicas hayan alcanzado sus valores máximos correlativos. Es decir, que no siempre la fisiología explicaría la causa de la fatiga de la jugadora, o que la explicación fisiológica de la causa de la fatiga en una jugadora en fase menstrual o lútea es una combinación de muchos factores, sin a veces determinar con claridad cuál fue la que más influyó en el rendimiento. En este estudio se extrajo la conclusión de que hay una interferencia entre la fase menstrual (del primer al sexto día), la percepción subjetiva del esfuerzo en la

escala CR-10 de Borg (Category Ratio-10) y el rendimiento en la prueba (Guijarro y cols., 2009). Esta correlación no verifica la hipótesis de que, en presencia de síntomas premenstruales y menstruales, hay una percepción subjetiva de esfuerzo más elevada, ni que existe una peor marca en presencia de síntomas premenstruales y menstruales, si bien sí que relacionaría ambas variables en el sentido de que, si realmente hay una percepción subjetiva del esfuerzo más elevada, ésta afecta al resultado en la prueba (Guijarro y cols., 2009). Esta correlación hace pensar que hay algunas jugadoras en la fase menstrual que son influidas por dicho momento del ciclo, mostrando un esfuerzo percibido CR-10 de Borg más alta y un rendimiento inferior mientras que, por el contrario, en jugadoras que no son tan influidas por dicha fase, mostrarían valores inferiores de CR-10 de Borg, coincidiendo con rendimientos superiores en la prueba. Sin embargo, en un estudio sí se observó un aumento en el esfuerzo percibido en la fase premenstrual y durante los primeros días de la menstruación con ejercicio muy intenso (Lebrun, 1993). Esta información se vuelve a reafirmar en una investigación más reciente (Hooper, Bryan y Eaton, 2011). En este caso, se estudiaron los efectos del ciclo menstrual sobre esfuerzo percibido y el dolor durante el ejercicio en mujeres sedentarias y a su vez la influencia del uso de anticonceptivos hormonales. Las mujeres completaron una prueba de esfuerzo al 65% de su VO_2 máx (determinado anteriormente), y se llevaron a cabo durante la fase folicular temprana, folicular tardía y fase lútea. Las participantes informaron de valores de esfuerzo y dolor percibido con puntuaciones en las escalas de Borg RPE y CR-10 a los 10 min, 20 min y 30 min durante la prueba de esfuerzo. Las mujeres que no tomaban anticonceptivo hormonal, en la fase folicular temprana tuvieron significativamente mayores incrementos en la RPE y en el dolor en comparación con las otras mujeres y con la fase folicular tardía y lútea. Estos resultados indican que el uso de anticonceptivos hormonales y la fase del ciclo influyen en la respuesta subjetiva de las mujeres sedentarias para hacer ejercicio submáximo (Hooper y cols., 2011). En cambio, un estudio (Cavlica, Bereket Yücel, Darçin, Mirzai y Erbüyün, 2009) realizado con jugadoras profesionales de voleibol en reposo y en estrés máximo cardiovascular indicó que la tolerancia al dolor y el umbral del mismo en reposo fueron significativamente mayores durante la fase menstrual en comparación a la ovulación. Además, el consumo de oxígeno y las mediciones de lactato en sangre tomadas en las altas intensidades durante el segundo día de menstruación fueron estadísticamente superiores a la de las mediciones realizadas en el día 14 de menstruación. Por otra parte, la percepción del dolor de los participantes fue el segundo día de la menstruación significativamente menor que la de las mediciones durante el día 14 de la menstruación. La percepción del esfuerzo RPE de Borg y el lactato en sangres fueron dos variables dependientes que fueron estadísticamente relacionadas con la percepción del dolor durante ambas fases del ciclo. Como conclusión,

debido a la disminución de la percepción del esfuerzo y al dolor, la intensidad del entrenamiento se podría aumentar durante el período de menstruación (Cavlica y cols., 2009).

Otros estudios no han encontrado pruebas concluyentes de los cambios en la percepción del esfuerzo a través de los ciclos menstruales (Janse de Jonge, 2003; Francovich y Lebrun, 2000; De Souza y cols., 1990; Dombovy, Bonekat, Williams y Staats, 1987; y Nicklas y cols., 1989). En un estudio realizado a través de una prueba de esfuerzo de 60 minutos de ejercicio en cicloergómetro al 60% de su carga máxima de trabajo a 32°C y 80% de humedad relativa, no se observaron diferencias relacionadas con las fases del ciclo menstrual en el esfuerzo percibido (sin especificar la escala empleada) entre la fase folicular (entre los días 5 y 8) y fase lútea (entre los días 22 y 25) (García y cols., 2006). Tampoco se vio afectado el índice de esfuerzo percibido RPE de Borg en cinco fases del ciclo menstrual en un ejercicio de levantamiento de peso manual en mujeres (Birch y Reilly, 1999). Seis mujeres adultas con ciclos menstruales normales que realizaron una prueba de esfuerzo en un cicloergómetro en cinco días distintos del ciclo menstrual (los días 2, 8, 14, 20 y 26 del ciclo menstrual) y registrando los índices de esfuerzo percibido RPE cada 5 minutos hasta el agotamiento, no hubo cambios estadísticamente significativos en la RPE en cualquier intensidad del ejercicio en relación con el día del ciclo. Estos datos apoyan la utilización de sujetos femeninos con ciclos menstruales normales en estudios psicofisiológicos sin tener en cuenta la fase del ciclo menstrual (Stephenson, Kolka y Wilkerson, 1982).

Respecto a otros aspectos analizados en cuanto a la mujer y a la percepción del esfuerzo se han obtenido las siguientes informaciones.

Un estudio realizado en mujeres jóvenes activas, la cafeína (cada 6 mg/kg de peso corporal + cada 6 mg/kg de peso corporal de glucosa) no alteró la percepción del esfuerzo RPE de Borg durante el ejercicio intenso, pero sí mejoró significativamente el rendimiento de la prueba y la potencia frente al placebo (Astorino, Roupoli y Valdivieso, 2012).

Una investigación (Arruza, Alzate y Valencia, 1996) llevada a cabo con 32 judocas del programa olímpico A.D.O. Barcelona-92, indicó que la FC y la percepción de esfuerzo RPE sufren un cambio semejante ante los diferentes tipos de esfuerzo, aunque la correlación entre ellas es más baja que la presentada en otras investigaciones. Al ser un tipo de esfuerzo específico, los deportistas de mayor nivel darán valores más bajos del RPE ante el mismo ejercicio. De esta forma, el deportista cuanto más entrenado está, más aprende a prestar

atención a diferentes parámetros fisiológicos relacionados con el RPE, que aparecen durante la realización del esfuerzo. Estos parámetros son de difícil medición, pero esa capacidad perceptiva del esfuerzo se va desarrollando a lo largo de la vida del deportista. Por esto, la medida de RPE es más fiable, ya que recoge una mayor cantidad de información de los diferentes parámetros fisiológicos, lactato, amonio, temperatura y junto con la de la FC (Arruza y cols., 1996).

Partiendo de los estudios, se considera que se puede utilizar el RPE como instrumento de control de la carga de entrenamiento que evalúa el nivel del esfuerzo realizado, y permite mantener o modificar la intensidad de las sesiones planificadas. La utilización del RPE como mecanismo regulador del sistema táctico y su influencia en la autoeficacia durante la competición, es aspecto que debería ser tenido en cuenta.

Las fluctuaciones hormonales de la mujer también pueden estar asociadas con diferencias en las respuestas psicológicas o subjetivas a la actividad física como el esfuerzo y el dolor percibido en todo el ciclo menstrual. Desde una perspectiva de promoción de la salud, una respuesta psicológica más positiva para hacer ejercicio es un mecanismo importante que puede dar lugar a la iniciación y mantenimiento del mismo (Williams y cols., 2008).

Los mecanismos subyacentes que conducen a diferencias en la respuesta subjetiva a ejercer en todo el ciclo no están claros, y se necesita más investigación. Estos resultados pueden ser utilizados en la planificación del momento óptimo de intervenciones dirigidas a aumentar el comportamiento del ejercicio en las mujeres sedentarias (Hooper y cols., 2011).

1.8.2. CICLO MENSTRUAL Y ESTADO DE ÁNIMO. TEST DE POMS

Se ha establecido un vínculo entre la fase premenstrual del ciclo y un estado de ánimo negativo (Gold y Severino, 1994; Richardson, 1995; Steiner, 1997; y Yonkers, O'Brien y Eriksson, 2008). Según informa el artículo de Romans y cols., (2012), esta idea se planteó por primera vez en la literatura científica en 1931 por el ginecólogo Robert Frank y el psicoanalista Karen Horney. Este estado de ánimo se amplió a síndrome premenstrual somático y fue promovido por Katharina Dalton en el Reino Unido durante los años de la Segunda Guerra Mundial (Dalton, 1964), explicando la deficiencia de progesterona como su causa.

Algunos estudios han encontrado cambios significativos en los estados de ánimo (Boyle, 1985; Collins, Eneroth y Landgren, 1985; Goldstein, Halbreich, Endicott y Hill, 1986; Bains y Slade, 1988; y Corney y Stanton, 1991), mientras que hay otros que no encuentran cambios significativos (Parlee, 1982; y Ainscough, 1990). Los cambios del estado de ánimo como la ansiedad, depresión, confusión, inestabilidad emocional, irritabilidad, pérdida de concentración, letargo y la agresión/hostilidad, fueron asociados hace mucho tiempo con el ciclo menstrual (Moos, 1977). Corney y Stanton (1991), reportaron que 63% de las mujeres experimentan cambios en los síntomas el estado de ánimo hasta 3 días después del inicio de la menstruación, mientras que el 5% afirmó tener efectos debilitantes continuando hasta el final de la menstruación.

Según la investigación de Nillni, Toufexis y Rohan (2011), los cambios hormonales que ocurren en el ovario en la fase premenstrual del ciclo menstrual pueden contribuir a influenciar los neuromoduladores para la aparición y el mantenimiento de una mala adaptación clínica de la ansiedad en las mujeres. Los periodos de cambio hormonal o flujo son asociados con los cambios en el afecto y un aumento de los síntomas de trastornos mentales (Kaspi, Otto, Pollack, Eppinger y Rosenbaum, 1994; Freeman, 2003; Gonda y cols., 2008; y Kornstein y cols., 2008). La fase premenstrual ha sido asociada con un aumento de aspectos psicológicos negativos (por ejemplo, ansiedad, tristeza, tensión o inestabilidad afectiva) y síntomas físicos (por ejemplo, dolores de cabeza o fatiga) (Angst, Sellaron, Merikangas y Endicott, 2001; Asso, 1983; Bloch, Schmidt y Rubinow, 1997; y Logue y Moos, 1986), y al menos un síntoma premenstrual son experimentados regularmente en los ciclos menstruales por aproximadamente el 80% de las mujeres (Wittchen, Becker, Lieb y Krause, 2002).

Sin embargo, se han encontrado estudios que sitúan estos cambios de ánimo en fases diferentes a la premenstrual y menstrual (Williams y Krahenbuhl, 1997). En mujeres corredoras moderadamente entrenadas, medidas a través del test de POMS, el trastorno total del estado de ánimo y las tres subescalas (depresión, fatiga y confusión) fueron significativamente mayores durante la fase media lútea en comparación con la temprana folicular. La subescala del vigor fue significativamente menor durante la fase media lútea en comparación con la fase temprana folicular (Williams y Krahenbuhl, 1997).

En una reciente revisión sobre estado de ánimo y el ciclo menstrual (Romans, Clarkson, Einstein, Petrovic y Stewart, 2012), examinaron una idea generalizada, de que el ciclo menstrual es una causa del estado de ánimo negativo, mediante el estudio de la literatura

científica en su conjunto. De los 47 estudios identificados, 18 (38,3%) no encontró ninguna asociación entre el estado de ánimo con cualquier fase del ciclo menstrual; 18 encontraron una asociación entre el ánimo negativo en la fase premenstrual combinada con otra fase del ciclo menstrual, y sólo 7 (14,9%) se encontró una asociación de estado de ánimo negativo y la fase premenstrual. Por último, los 4 estudios restantes (8,5%) mostraron una asociación entre el estado de ánimo negativo y una fase no premenstrual. La diversidad de métodos (muestreo, instrumentos y definiciones de la fase del ciclo) impidió un metanálisis. En conjunto, estos estudios no proporcionaron pruebas claras a favor de la existencia de un síndrome de estado de ánimo negativo premenstrual específico en la población general. Esta creencia generalizada necesita un reto, ya que perpetúa conceptos negativos que vinculan la reproducción femenina con la emocionalidad negativa (Romans y cols., 2012).

Un estudio actual analizó las influencias de las fases del ciclo menstrual en el estado de ánimo de cada día con las atribuibles variables explicativas alternativas (salud física, estrés percibido y apoyo social) (Romans y cols., 2013). Para ello recogieron datos de salud cada día durante 6 meses en una muestra aleatoria de mujeres canadienses de 18-40 años, en un total de 395 ciclos menstruales. Los resultados marcaron que sólo la mitad de los ítems del estado de ánimo mostraron cualquier asociación con las fases del ciclo menstrual; estos vínculos eran o bien sólo con la fase de menstruación o con la menstruación y la fase premenstrual, con una excepción, la asociación no era solamente premenstrual. Menos del 0,5% de los registros individuales de las mujeres de cada ítem de humor mostró un arrastre del ciclo menstrual. La salud física, el estrés percibido y el apoyo social fueron predictores más fuertes de estado de ánimo ($p < 0,0001$) que la fase del ciclo menstrual. Por lo que los resultados de este estudio no apoyan la idea generalizada de disforia premenstrual específica en las mujeres, centrando la atención en el estado de salud físico diario, el estrés percibido y apoyo social como las variables que explican mejor el estado de ánimo de cada día que la fase del ciclo menstrual (Romans y cols., 2013).

En cuanto a los posibles efectos del ejercicio regular y moderado sobre los estados de ánimo y los síntomas del ciclo menstrual, un estudio con mujeres que realizaba ejercicios regularmente, obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas en el afecto negativo, en el cambio de comportamiento y en el dolor (Aganoff y Boyle, 1994). También se han confirmado niveles más bajos de ansiedad en mujeres que hacían ejercicio regularmente (Keye, 1985). Otros estudios también aseguran que el ejercicio regular atenúa el estado de ánimo negativo (Bains y Slade, 1988; y Weinberg, Jackson y Kolodny, 1988). Esto coincide con

los resultados anteriores donde el ejercicio moderado, aeróbico, puede disminuir el estado de ánimo negativo (Petruzzello, Landers, Hatfield, Kubitz y Salazar, 1991; Moss, Steptoe, Mathews y Edwards, 1989; y Norris, Carroll y Cochrane, 1990). Estos resultados, a su vez se reafirman en una población de jóvenes estudiantes valencianos que fueron analizados a través del Perfil de Estados de Ánimo (Profile of Mood States- POMS). La muestra estuvo formada por 804 sujetos, de los cuales 260 eran hombres y 544 eran mujeres. Los resultados de los análisis indicaron que: los hombres presentan estados de ánimo más positivos que las mujeres; las personas que practican deporte obtienen puntuaciones más positivas en algunos de los factores de la escala que las que no practican; los que compiten obtienen puntuaciones más positivas que los que no compiten y las personas que participan en competiciones tienen estados de ánimo más positivos que las que no practican deporte. Aunque estas relaciones positivas entre práctica deportiva y estados de ánimo positivos están presentes en ambos sexos, ésta es más relevante en el grupo de mujeres que practican deporte, sobre todo en el grupo que participan en competiciones deportivas (Balaguer, Fuentes, Meliá, García-Merita y Pérez, 1993). A pesar de ello, en el estudio de González, Núñez y Salvador (1997), realizado a catorce mujeres sedentarias que participaron en un programa de entrenamiento, los resultados mostraron ligeros descensos en la ansiedad-cognitiva pero apenas cambios en las dimensiones del estado de ánimo estudiadas (González y cols., 1997).

En consecuencia, estas diferencias significativas en los estados de ánimo del ciclo menstrual y los síntomas entre los diferentes grupos sugieren que existe un efecto beneficioso del ejercicio físico en la sintomatología del ciclo menstrual y en los estados de ánimo.

Las fluctuaciones hormonales que acompañan al periodo premenstrual es probable que participen en la manifestación del síndrome premenstrual y el síndrome disfórico premenstrual. El TDPM es una variante extrema de los síntomas premenstrual continuos con una tasa de prevalencia que oscila entre el 3-8% (Halbreich, Borenstein, Pearlstein y Kahn, 2003). A pesar de que el TDPM se conceptualizó originalmente como un trastorno de desorden depresivo, la ansiedad premenstrual es un síntoma común reportado entre las mujeres afectadas (Vickers y McNally, 2004). Por lo tanto, las interacciones entre las fluctuaciones hormonales premenstruales, los factores de vulnerabilidad psicológica o cognitiva (como la sensibilidad a la ansiedad) y los factores de estrés externos (como los acontecimientos negativos o estresantes), pueden interactuar en el desarrollo de la ansiedad clínica como la disforia premenstrual.

El seguimiento de los síntomas a través de tres ciclos menstruales consecutivos en mujeres sanas que no cumplieron con los criterios para el síndrome disfórico premenstrual, reveló que el 50,8% de la muestra informó de un aumento del 66% o más en la gravedad de los síntomas físicos desde la fase folicular a la fase premenstrual (Gonda y cols., 2008). Además, estas mujeres reportaron un aumento en la ansiedad no patológica, depresión, y los síntomas obsesivo-compulsivos; somatización y la sensibilidad interpersonal en la fase premenstrual contra la fase folicular, lo que sugiere que incluso las mujeres sanas experimentan una fluctuación consistente que afecta a todo el ciclo menstrual (Gonda y cols., 2008).

A pesar del hecho de que una minoría de las mujeres que experimentan síntomas premenstruales cumplen los criterios para el síndrome disfórico premenstrual, el 55% de las mujeres reportaron que experimentaban síntomas premenstruales que interfieren con sus actividades habituales en un gran estudio (N=1.744) (Barnard y cols., 2003), lo que sugiere que la mayoría de las mujeres experimentan algún grado de deterioro.

Cuando ocurre la foliculogénesis, desde que se reúnen los folículos hasta que se produce la selección folicular, se acompaña de aumento progresivo de la síntesis de estrógenos; así, la concentración plasmática de estradiol comienza a aumentar hasta llegar al "*peak*" en el momento ovulatorio. Esta fase del ciclo es la de mayor bienestar de la mujer, como lo refieren las mujeres que experimentan cambios de estado anímico en relación con el ciclo menstrual; en esto influye también el hecho de que es el momento del ciclo menstrual en que hay mayor concentración de testosterona plasmática. Una vez que tiene lugar la ovulación, en relación al "*peak*" de LH, aparece el cuerpo lúteo, que empieza a sintetizar progesterona, en tanto que se mantienen niveles relativamente altos de estrógeno. A medida que aumenta la síntesis de progesterona, empieza a aparecer el síndrome premenstrual, que remite con la regla (Villaseca, 2006).

Las interacciones complejas entre las fluctuaciones y la disminución de los niveles de hormonas del ovario durante el ciclo menstrual se han asociado con los sistemas inmunológico y neuroendocrinos (Pinkerton, Guico-Pabia y Taylor, 2010).

Un estudio evaluó los efectos del ciclo menstrual en el estado de ánimo y el desempeño de una tarea motora perceptual (Cockerill, Wormington y Nevill, 1994). La tarea implicó el seguimiento de un círculo al azar en movimiento en una pantalla de ordenador con un punto de joystick controlado. Las mujeres se pusieron a prueba en tres ocasiones, durante

las fases premenstruales, menstruales y ovulatorias. El desempeño de las tareas no varió con la fase del ciclo menstrual, lo que sugiere que o bien trataron de compensar la falta de bienestar, o que el estado de ánimo negativo no fue de magnitud suficiente para manifestar un cambio en el rendimiento (Cockerill y cols., 1994).

1.8.3. CICLO MENSTRUAL Y DEPRESIÓN. INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK

La depresión es un trastorno de alta prevalencia, con mayor incidencia en las mujeres debido posiblemente a la influencia de los cambios hormonales (García, Aguilar, Aguilera y Galicia, 2013). Hay estudios que argumentan de manera consistente que los estados depresivos se deben a un fallo del sistema serotoninérgico cerebral, que es el responsable de regular de manera importante los circuitos relacionados con el procesamiento emocional (Cowen, 2008). Por ende, la depresión se ha asociado a una disminución considerable de la actividad serotoninérgica cerebral, lo que afecta diferentes componentes de este sistema (Nemeroff, 1998). Por otro lado, otros autores prefieren considerar que el síndrome depresivo debe ser estudiado no solamente desde el punto de vista psicológico, sino mediante una perspectiva integral que considere los aspectos socioculturales, fisiológicos y de género (Chávez y González, 2008). Dentro de las condiciones fisiológicas que predisponen a la mujer a la depresión se encuentra el periodo menstrual; de hecho, se ha encontrado que entre 65 y 85% de las mujeres presentan al menos un síntoma depresivo todos los meses, y que la cuarta parte de las mismas cumple los criterios del TDPM (Protopopescu y cols., 2005). Posiblemente, cada episodio menstrual conlleva cambios emocionales que están íntimamente ligados a la producción de estrógenos, de hecho, diversos trabajos sugieren que los verdaderos protagonistas del cambio conductual durante el ciclo menstrual son los estrógenos y los progestágenos como se analizan en los siguientes estudios.

Las mujeres tienen una particular y mayor vulnerabilidad a los trastornos depresivos durante la edad reproductiva: aproximadamente, entre los 15 y 44 años de edad (Kessler, McGonagle, Swartz, Blazer y Nelson, 1993). Los factores endocrinos relacionados con el ciclo reproductivo pueden jugar un papel importante e incrementar la vulnerabilidad a la depresión. Los estrógenos y la progesterona han mostrado sus efectos sobre los sistemas de neurotransmisores, neuroendocrinos y circadianos, que han sido implicados en los trastornos del humor. Ellos han demostrado su influencia sobre la síntesis y liberación de serotonina y noradrenalina. La fase premenstrual del ciclo, la cual es un periodo de supresión de los estrógenos y la progesterona, frecuentemente está asociada con cambios en el humor de tipo

disfórico, como también con el empeoramiento de un episodio depresivo mayor (Endicott, 1993; y Kornstein y cols., 1995).

Los cambios en los niveles hormonales de la pubertad, la fase lútea del ciclo menstrual, el período posparto y la perimenopausia pueden también disparar cuadros depresivos en mujeres vulnerables (Brown y Moran, 1997). Igualmente, otros factores hormonales pueden contribuir a la vulnerabilidad de las mujeres a los trastornos del humor, tales como las diferencias sexuales relacionadas con los ejes corticotropo y tiroideo (Checkley, 1996).

En el estudio encontrado sobre mujer y el Inventario de Depresión de Beck BDI (García y cols., 2013), se puso a prueba la hipótesis de que la variación en las concentraciones de hormonas esteroideas sexuales influyen en la aparición de síntomas que indican algún grado de depresión a lo largo del ciclo menstrual, dependiendo de la edad y el embarazo. Se trabajó con cuatro grupos de mujeres (menores de 18 años con hijos y sin hijos, y mayores de 18 años con hijos y sin hijos). Se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos en la aplicación del BDI, por lo que los resultados apoyan la hipótesis de que las mujeres menores de 18 años de edad y con hijos manifestaron mayores síntomas depresivos respecto a los otros grupos. Los datos obtenidos ponen de manifiesto que en los 21 ítems del BDI hubo una disminución de la conducta depresiva durante la etapa de ovulación, muy posiblemente debido al aumento de estrógenos durante esa etapa. Según los resultados obtenidos, las madres adolescentes mostraron mayor depresión que los demás grupos de mujeres (García y cols., 2013).

El objetivo de otro trabajo (Zanin, Paez, Corra y De Bortoli, 2012), fue investigar la distribución de síntomas psicológicos y físicos a lo largo del ciclo menstrual, evaluar las posibles variaciones del estilo de vida diario y su relación con la sintomatología. Se trabajó con una muestra intencional, no clínica, de 46 mujeres de entre 17 y 31 años. Los resultados mostraron que los síntomas físicos y psicológicos se distribuyeron de forma diferencial en las distintas fases del ciclo y se presentaron con mayor intensidad durante la fase premenstrual y menstrual. Las participantes mostraron una alta regularidad en su estilo de vida diario y las variaciones de los síntomas a lo largo del ciclo no se asociaron a los cambios en la regularidad del estilo de vida. Por lo que los síntomas inherentes al ciclo no afectarían al desempeño de la actividad habitual, posiblemente porque aquellos no fueron intensos ni presentaron una connotación patológica, por lo que serían síntomas propios de la ciclicidad normal femenina. A pesar de ello, se observó que los síntomas emocionales (tristeza, irritabilidad, ansiedad, cólera, llanto y fatiga) se presentan con mayor intensidad durante la menstruación, disminuyendo

hacia el momento de la ovulación para aumentar nuevamente en la fase premenstrual, mostrando estos síntomas una distribución curvilínea en forma de U a lo largo del ciclo, en concordancia con lo publicado por Kiesner y Pastore (2010).

Respecto al papel que puede desempeñar el ejercicio físico en la depresión, un estudio (Samadi, Taghian y Valiani, 2013) evaluó los efectos de 8 semanas de ejercicio aeróbico regular en 40 chicas no deportistas diagnosticadas con el síndrome premenstrual de entre 18 a 25 años. De entre los cuestionarios utilizados, se empleó el BDI y el cuestionario de ansiedad, y también se registraron síntomas diarios durante 4 meses (dos cursos antes del período de formación y dos durante el entrenamiento). Los individuos del grupo experimental que practicaban ejercicio aeróbico durante 8 semanas, 3 sesiones por semana durante 60 min. El estudio concluyó que 8 semanas de ejercicio aeróbico es eficaz en la reducción de los síntomas del síndrome premenstrual y se pueden utilizar como tratamiento. Además, en la reciente revisión de Orio y cols., (2013), se informa que los estudios existentes respecto a la actividad física insisten en que la actividad física mejora la autoestima, depresión y ansiedad, por lo que sería interesante conocer si las fases del ciclo menstrual influye en mayor o menor proporción que la realización de ejercicio físico.

2. OBJETIVOS

El interés de este trabajo se centra en analizar cómo afectan las distintas fases del ciclo menstrual al rendimiento físico de la mujer deportista.

¿Existen unos días del ciclo más favorables que otros para rendir mejor? Conocer los efectos que pueden provocar las fluctuaciones hormonales en los diferentes parámetros fisiológicos y psicológicos de la mujer activa, podría ser clave para el rendimiento deportivo.

Si se consigue establecer conclusiones consistentes sobre cómo varían parámetros cardiorrespiratorios en reposo y en esfuerzo submáximo y máximo, así como los niveles de fuerza, flexibilidad y equilibrio, e incluso conocer si se producen cambios en los estados de ánimo en diferentes momentos, se podría emplear en optimizar entrenamientos y competiciones deportivas.

Las atletas, los entrenadores, los médicos deportivos, psicólogos y el resto de personas que cooperan para mejorar el rendimiento de la atleta, podrían beneficiarse de estos conocimientos para emplearlos en la planificación de las cargas, zonas de trabajo y competiciones.

Desde el punto de vista de la salud, una mujer conocedora de los cambios que se producen en su cuerpo, tanto físicos, como psicológicos, resulta beneficioso para dar explicaciones a sus sensaciones y resultados deportivos. De esta forma, la mujer activa tiene la opción de planificar altos esfuerzos en aquellas fases en las que la percepción del esfuerzo sea menor, y de esta manera los entrenamientos y las competiciones se desarrollaran en mejores condiciones y con mejores sensaciones. Además, se podrá determinar la carga de ejercicio físico saludable que sería recomendable realizar en las diferentes fases del ciclo menstrual.

Por ello, los objetivos que persigue la tesis doctoral son los siguientes.

1. Estudiar la cantidad y la intensidad de actividad física realizada en las diferentes fases del ciclo menstrual.
2. Comprobar si la calidad de vida relacionada con la salud se ve alterada en mujeres físicamente activas a lo largo del ciclo menstrual.
3. Valorar los cambios ocurridos en la composición corporal a lo largo del ciclo menstrual en mujeres físicamente activas.
4. Estudiar la influencia de las diferentes fases del ciclo menstrual en el nivel de condición física en lo referente a fuerza, flexibilidad, equilibrio y potencia anaeróbica.
5. Analizar la influencia de las diferentes fases del ciclo menstrual en los parámetros cardiorrespiratorios, tanto en reposo como tras la realización de un esfuerzo máximo y submáximo.
6. Analizar la percepción subjetiva del esfuerzo realizado en ejercicios máximos durante las fases del ciclo menstrual.
7. Estudiar dentro de los aspectos psicológicos, la salud mental, el estado de ánimo y algunas variables sobre la depresión de mujeres jóvenes activas en las diferentes fases del ciclo menstrual.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. MATERIAL UTILIZADO

A continuación se muestra el material empleado para la realización de este trabajo, el cual pertenece al Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura.

Material para la medición de la Temperatura Corporal Interna:

- Termómetros de mercurio con escala de 0,05°C.
- Hoja cuadriculada de registro de temperatura corporal interna.

Material para la cuantificación de Actividad Física:

- Cuestionario Internacional de Actividad Física, IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) formato corto: Generalitat de Catalunya Departament de Sanitat i Seguretat Social Direcció General de Salut Pública.

Material para la medición de la Calidad de Vida relacionada con la Salud:

- Cuestionarios y escalas de valoración en salud mental FAES 2.1 (2002):
 - o EQ-5D: Calidad de Vida relacionado con la salud de cinco dimensiones.
 - o NHP: Cuestionario de Salud Nottingham Health Profile.
 - o SF-36: Cuestionario de Salud Sort-Form-36 Health Survey.
- Programa informático FAES 2.1 (2002).
- Programa informático FAQs-QualityMetric Scoring Software para procesar los datos del cuestionario SF-36.

Material de medición de la Composición Corporal:

- Báscula Modelo Seca. Precisión de 100 gr.
- Tallímetro o Estadiómetro Marca Seca. Precisión de 1 mm.
- Paquímetro. Precisión de 1 mm.
- Compás de pliegues cutáneos modelo HOLTEIN. Precisión de 0,2 mm.
- Cinta antropométrica. Precisión de 1 mm.
- Tanita Body Composition Analyzer BF-350. Max=200kg/440 lb (31 st 6 lb).
- Programa informático: Suite Biológica 7 (Versión 7.0.1.201) – Suite Biologica Lite.

Material para la medición de Parámetros Cardiorrespiratorios en reposo:

- Tensiómetro Omron 7051T (HEM-759-E), Intelli sense.
- Espirómetro MiR Spirobank SN: A23-740231.

Material para la medición de Parámetros Cardiorrespiratorios en esfuerzo:

- Cicloergómetro Ergo.line D-7474 BIZTZ West-Germany.
- Analizador de gases MGC, model nº 762014-102.
- Pulsómetro Polar 720i, con interface Polar® Advantage interface.

Material para la medición de la Condición Física:

- Dinamómetro manual mecánico: Grip-A Takei Physical Fitness Test, 0 – 100 kgf Grip Strength Dynamometer. T.K.K. 5001 Grip-A. Produced by Takei. Made in Japan.
- Dinamómetro Isocinético Biodex Medical System 3 Quick-Set (Biodex, 20 Ramsay Rd, Shirley, NY 11967-4704).
- Software System 3 versión 3.40, (Biodex Medical Systems, 20 Ramsay Rd, Shirley, NY 11967-4704).
- Cajón con regleta centimetrada adosada (Flexibility measuring instrument in Forward direction, modelo 1229, de Takei y Company, LTD. Tokyo Japan) con un rango de medida de -20 a +35 cm.
- Flexibilimeter (Backward) Takei Kiki Kogyo CO, LTD. Made in Japan. Con un rango de medida de 10 a 80 cm.
- Plataforma de infrarrojos Ergo Jump Bosco System, con dos barreras de fotocélulas de una longitud de 1,05 m.
- Software Informático para la captación de datos.
- Banco sueco.
- Cronómetro NAMASTE Chrono Model NO.898.
- Biodex Balance System (BBS) (Biodex, Shirley, NY, E.E.U.U.).
- Software estandarizado (Biodex, Version 1.08, Biodex, Inc.).

Material para la medición de Variables Psicológicas:

- Escala de Percepción del Esfuerzo de Borg RPE 6-20 (Rating of Perceived Effort) (Borg, 1998).
- Cuestionario del Trastorno del Estado de Ánimo: Test de P.O.M.S. Profile Of Mood States (McNair, Loir y Droppleman, 1992).

- Versión informatizada para Windows para el análisis del test de POMS (Hernández, Mendo y Ramos, 1992).
- Cuestionarios y escalas de valoración en salud mental FAES 2.1 (2002): Inventario de Depresión de Beck (BDI).
- Programa informático FAES 2.1 (2002).

Programas Informáticos empleados:

- Programa estadístico SPSS versión 17.0 para Windows.
- Programa de gráficos Graph Pad Prism 5.0.
- Programa de gestión de referencias bibliográficas EndNoteX5.

3.2. MUESTRA EXPERIMENTAL

En el estudio participaron un total de 42 mujeres jóvenes universitarias, de las cuales, sólo completaron el total de las mediciones 32 de ellas, con una media de edad de $22,76 \pm 4,71$ años.

Todas las participantes del estudio fueron informadas del mismo y aceptaron su participación voluntaria. Para ello, cada una de las mujeres firmó un consentimiento informado, y así cumplir los principios de Helsinki y sus revisiones posteriores para estudios en humanos. De esta forma se garantiza la confidencialidad de los datos.

Los criterios de inclusión para participar en el estudio fueron los que se muestran a continuación, utilizado como instrumento para su valoración, una serie de preguntas.

- No tener historia de cáncer.
- No padecer diabetes mellitus.
- No tener desórdenes endocrinos.
- No estar embarazada.
- Tener ciclos menstruales regulares ovulatorios.
- No tomar anticonceptivos ni haberlos tomado al menos los 6 meses previos al estudio.
- No tomar medicación que pudiera afectar a los parámetros del estudio.
- Realizar práctica deportiva de forma habitual sin un entrenamiento riguroso, considerándose personas físicamente activas.

Además, se llevó a cabo la elaboración del historial médico-deportivo, encaminado a detectar cualquier posible anomalía orgánica o funcional que impida a la muestra la posibilidad de participar en el estudio, tanto por términos de calidad (salud) como de cantidad (competición).

Para conocer el grado de actividad física de la muestra experimental, antes de participar en el estudio fue evaluado a través del International Physical Activity Questionnaire (Craig y cols., 2003). La Tabla 3 muestra la cantidad de Actividad Física (A.F.) dedicada a cada nivel de intensidad, expresado en minutos a la semana.

Siguiendo el análisis que marca el cuestionario IPAQ corto (que se explica en apartados posteriores), la muestra es considerada muy activa.

Tabla 3.

Características de las cantidades totales en minutos a la semana de actividad física a diferentes intensidades, de caminar y de estar sentadas. IPAQ Corto.

A.F. Vigorosa (min/semana)	A.F. Moderada (min/semana)	Caminar (min/semana)	Sentadas (min/semana)
240,49 ± 263,77	381,65 ± 591,97	768,91 ± 918,22	2881,58 ± 1122,07

Respecto a las características de composición corporal de la muestra experimental, se presenta a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4.

Características de la composición corporal de la muestra experimental (n=32).

Talla (cm)	Peso (kg)	% Peso Graso	% Peso Muscular	% Peso Óseo	% Peso Magro
161,74 ±6,20	58,67 ±7,85	20,86 ±4,22	43,14 ±3,51	15,08 ±1,68	79,13 ±4,22

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CICLO MENSTRUAL

En relación al ciclo menstrual, la muestra completó al inicio del estudio un cuestionario sobre las diversas características y síntomas de diferentes trastornos del ciclo menstrual. De esta forma, se obtiene gran cantidad de información, que a su vez, puede ser de gran ayuda a la hora de interpretar los resultados.

La edad de menarquia de la muestra fue de 12,73 años, y sus ciclos menstruales tenían una duración de 28,83 días.

Para tener una visión general de las principales características del ciclo menstrual de la muestra experimental, a continuación se presentan cada uno de los trastornos menstruales analizados en porcentajes de respuestas (Gráfico 1).

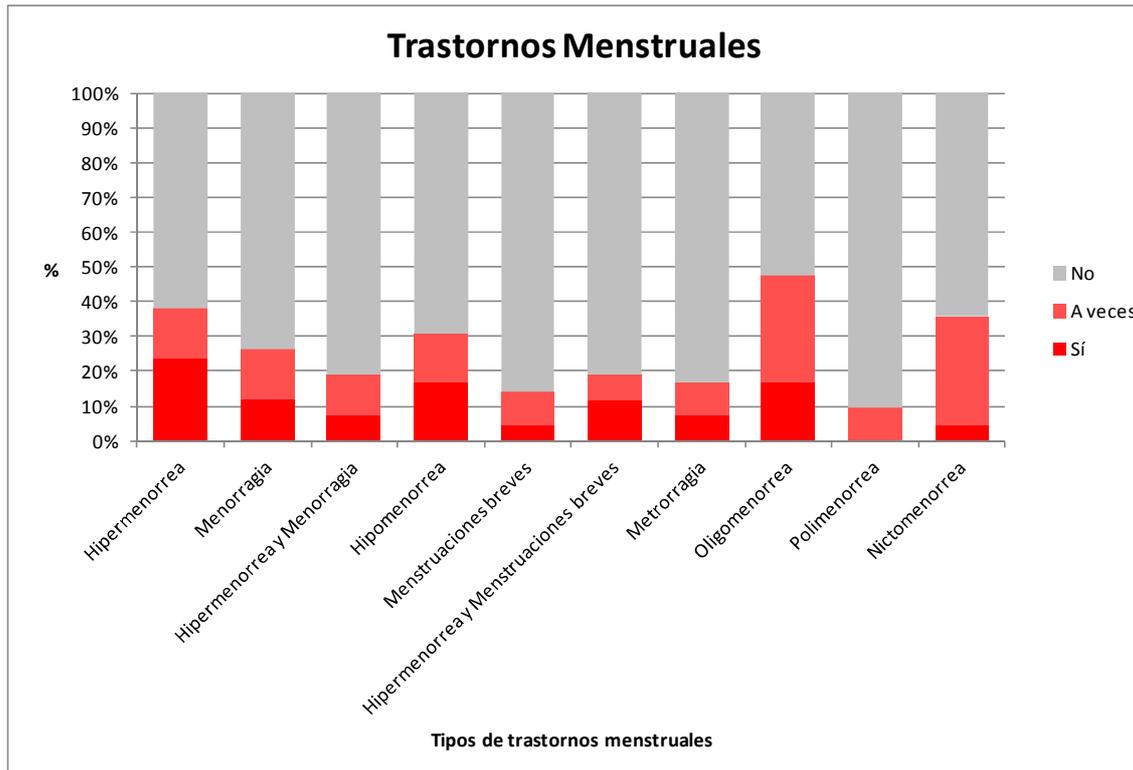


Gráfico 1. Porcentajes de las diferentes respuestas a los tipos de trastornos menstruales de la muestra experimental.

Los aspectos más relevantes que refleja el Gráfico 1 son los siguientes.

Por un lado, la mayoría de la muestra no padecía ninguno de los trastornos menstruales analizados, ya que en todos ellos los porcentajes de respuestas negativas alcanzan más del 50%.

Por otro lado, los porcentajes más grandes de los “sí” contestados fueron: un 24% en la hipermenorrea (menstruaciones demasiado abundantes en cantidad); y un 17% tanto para la hipomenorrea (menstruaciones muy escasas en cantidad y breves en duración, de 2 días) como para la oligomenorrea (ciclos de más de 35 días).

Además, ninguna de las chicas estudiadas tenía polimenorrea (menstruaciones muy frecuentes, con ciclos de menos de 24 días).

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la correcta realización del estudio, se llevó a cabo el siguiente diseño experimental.

Una vez establecidos los criterios de inclusión para el estudio, se llevó a cabo la selección de la muestra. Para la selección de la muestra, las chicas interesadas en participar acudían al laboratorio de fisiología de la Facultad de Ciencias del Deporte y debían contestar a unas preguntas para comprobar si cumplían o no los requisitos exigidos en el mismo. Todas aquellas que reunían las condiciones necesarias, fueron seleccionadas para participar en el estudio.

La muestra experimental fue informada de todas las valoraciones, cuestionarios y registro diario de la temperatura, que debía de realizar a lo largo de un ciclo menstrual. Estas informaciones se dieron durante el ciclo menstrual previo al de medición. No obstante, el tiempo transcurrido dependía de la fase menstrual en la que se encontraban cada una de ellas cuando acudían para participar. El estudio comenzó con la primera evaluación en la fase menstrual, por lo que aquellas chicas que tendrían pronto el periodo, se trataría sólo de unos días, y aquellas que recientemente había terminado su fase menstrual, transcurriría prácticamente un mes. Hay que añadir que, sólo en casos excepcionales, en los que el mes de medición incluía algún puente festivo, vacaciones, e incluso semana de exámenes, las chicas podían comenzar su primera medición en la fase folicular.

Los tres momentos de evaluación de la muestra a lo largo de un ciclo menstrual y considerando el día 1, el día de la menstruación, fueron los siguientes:

- La primera evaluación fue realizada durante la **menstruación**, entre los días 1-3; donde las concentraciones de estrógeno y progesterona son relativamente bajas.
- La segunda medición fue realizada durante la **fase folicular**, entre los días 6-12; cuando el nivel de estrógeno es elevado y la progesterona sigue siendo baja.
- Y la tercera y última evaluación realizada durante la **fase lútea o postovulatoria**, entre los días 16-23; durante el cual, tanto el estrógeno y la progesterona son elevados. Esta

fase es detectada por el incremento de la temperatura basal de al menos 0,5°C desde la ovulación, manteniéndose elevada hasta la menstruación, o primer día de sangrado.

Cada uno de las participantes sirvió como control del mismo y el establecimiento de los días de mediciones fueron los apropiados a los ciclos individuales.

Las valoraciones que se llevaron a cabo a lo largo del estudio fueron las siguientes:

- Valoración de la temperatura corporal interna.
- Valoración de la cantidad de actividad física y de la calidad de vida relacionada con la salud.
- Valoración de la composición corporal.
- Valoración cardiorrespiratoria en reposo.
- Valoración cardiorrespiratoria en esfuerzo.
- Valoración de la condición física.
- Valoración psicológica.

Todas las pruebas se llevaron a cabo el mismo día, en horario de mañana y después de un mínimo de cuatro horas de ayuno. En un principio, las valoraciones fueron planificadas para llevarse a cabo en dos días, uno detrás de otro. El primer día constaba de las valoraciones de composición corporal, la valoración cardiorrespiratoria en reposo y la valoración de la condición física. Y el segundo día, se realizaba únicamente la valoración cardiorrespiratoria en esfuerzo, la prueba de esfuerzo máxima. Los cuestionarios de actividad física, de calidad de vida, y otros test de valoración psicológica lo debían traer rellenos de casa, y se completaban en esos días. Debido a la falta de asistencia de la mayoría de las chicas al segundo día, se optó por completar todas las mediciones en un único día, estableciendo los periodos de descanso entre pruebas correspondientes para asegurar el máximo rendimiento en las mismas.

Respecto a la franja horaria establecida para la realización de las valoraciones fue entre las 8:00h y las 15:00h. Dentro de ese margen, cada chica acudía a la hora que mejor le conviniera por el horario de clases. Como las chicas eran de diferentes cursos y grupos, cada una de ellas asistió a diferentes horas.

3.5. PROTOLOS DE VALORACIONES

3.5.1. VALORACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL INTERNA Y DETERMINACIÓN DE LA FASE MENSTRUAL.

El ciclo menstrual se dividió en tres fases: fase menstrual, fase folicular y fase lútea, como se explica anteriormente.

La temperatura corporal fue utilizada para estimar las diferentes fases del ciclo menstrual (Baker y Driver, 2007). Por ello, el tiempo transcurrido entre los diferentes momentos de evaluación fue individualizado, ya que dependía de las características del ciclo menstrual de cada mujer y así cada sujeto fue control de sí mismo.

La temperatura corporal humana tiene un ritmo circadiano con una oscilación entre 0,8-1°C entre la máxima durante el día y la mínima nocturna (Moore-Ede, Sulzman y Fuller, 1982). En mujeres con ciclos menstruales ovulatorios, la temperatura tiene un ritmo adicional en función de la fase menstrual (Baker y Driver, 2007). Este cambio se produce por un aumento en la temperatura basal del cuerpo de 0,3-0,5°C durante la fase lútea (Stephenson y Kolka, 1993; y Kelly, 2006), o sobre unos 0,4°C comparado con la fase folicular (de Mouzon, Testart, Lefevre, Pouly y Frydman, 1984) o de 0,5°C a 1°C a partir de la ovulación (Botella y Clavero, 1993). Este aumento es empleado como un indicador de que la ovulación ya se ha producido y que ha sido atribuida a la progesterona (Wells, 1992).

Hace tiempo que se reconoce que la progesterona tiene una acción termogénica (Lebrun y cols., 2013). 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 (Botella y Clavero, 1993; y Wells, 1992), pudiendo encontrar temperaturas mayores de 37°C tras la ovulación (Lorenzo y cols., 2006). Esta elevación rápida de la temperatura corporal ocurre concretamente alrededor de las 24h después de un incremento detectable de la concentración de progesterona en plasma en mujeres. Los estrógenos, por el contrario, disminuyen la temperatura corporal (Brooks y cols., 1997) o modifica los efectos de la temperatura de la progesterona (Stachenfeld, Silva y Keefe, 2000).

La determinación de la primera fase (días 1-3, en la menstruación) y segunda fase (días 6-12, fase folicular, preovulatoria) del ciclo menstrual, se produce por la aparición de la regla y contando los días a partir de ese momento, respectivamente. Durante este periodo de tiempo

la temperatura se mantiene en los mismos niveles. Para determinar la tercera fase (entre los días 16-23, fase lútea o postovulatoria), es imprescindible que se haya producido un incremento de la temperatura corporal que oscile entre 0,3-0,5°C o incluso 1°C respecto a las fases anteriores.

Para ello, las mujeres recibieron instrucciones para tomar la temperatura corporal oral. Para esta medición se hizo uso de un termómetro de mercurio con escala de 0,05°C y una hoja cuadrículada.

Cada mujer registró la temperatura corporal oral diaria, por la mañana, 5 minutos antes de levantarse (después de un período de descanso de 6 a 8 horas, y sin hacer ninguna actividad física previa), antes de ir al baño o ingerir líquidos calientes o fríos, a fin de no interferir con la medición. Se anotaron los valores de temperatura diariamente en la hoja cuadrículada, y se les pidió que realizasen un gráfico para facilitar su interpretación. De esta manera se estimó el momento de ovulación.

Antes de comenzar el estudio, hacemos hincapié en la importancia de realizar correctamente la valoración diaria de su temperatura. Para ello le explicamos que el registro de la temperatura basal se utilizará para determinar cuando ocurre la ovulación en cada una de ellas. Informamos a la muestra que la curva térmica en los ciclos ovulatorios comienza su ascenso alrededor del día de la ovulación (puede hacerlo el día anterior, el mismo día o al día siguiente), que suele suceder aproximadamente el día 14 del ciclo, y que varía en función de la duración del ciclo menstrual en cada una de ellas. La temperatura debe superar entre 0,5-1°C a la que se registró durante la primera fase del ciclo (fase estrogénica), y debe mantenerse elevada durante toda la segunda fase del ciclo (fase luteínica) hasta la próxima menstruación.

Los cambios producidos en la temperatura corporal quedaron demostrados, como se refleja en el Gráfico 2.

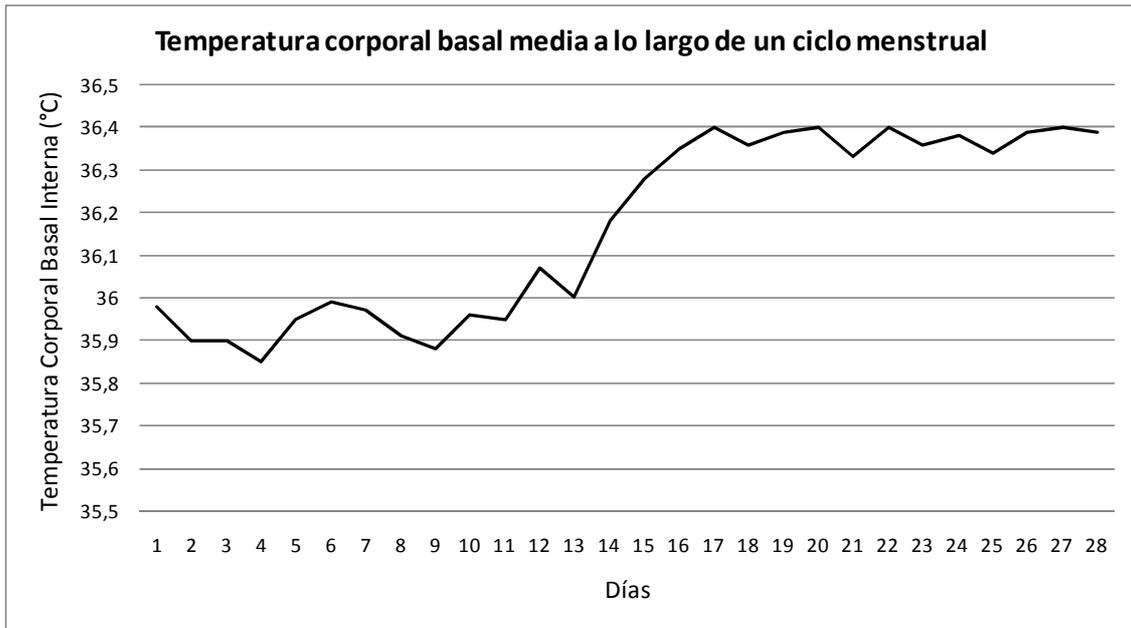


Gráfico 2. Evolución de la temperatura corporal basal media a lo largo de un ciclo menstrual.

Las mujeres que fueron seleccionadas para el estudio, tenía ciclos menstruales regulares ovulatorios, con previsibles aumentos de temperatura en la mitad del ciclo preovulatorio.

La regularidad de sus ciclos fue confirmada una vez que la muestra nos aseguró que no había sufrido ninguna alteración de sus ciclos al menos en los 6 meses anteriores, en los cuales, sus periodos habían sido regulares. Además, fueron ciclos ovulatorios porque en el registro de la temperatura corporal interna durante el estudio, todas ellas registraron un incremento de la misma en la mitad de sus ciclos.

3.5.2. VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA SALUD

3.5.2.1. CANTIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA

Para conocer el grado de actividad física que realiza cada participante durante el estudio, se utilizó el Cuestionario Internacional de Actividad Física en su versión corta (International Physical Activity Questionnaire, IPAQ short form) (Craig y cols., 2003) y adaptada al español (Generalitat de Catalunya Departament de Sanitat i Seguretat Social Direcció General de Salut Pública).

Según la guía de Directrices para el Procesamiento y el Análisis de Datos del IPAQ (2005), el IPAQ en versión corta, es un instrumento autoaplicado, diseñado principalmente

para el control de la actividad física en la población adulta (rango de edad de 15-69 años), por lo que no se recomienda en grupos de mayor edad y más jóvenes.

Este cuestionario lo debían traer completado los mismos días en los que se llevaron a cabo cada una de las mediciones.

IPAQ evalúa a través de 7 preguntas la actividad física que se realiza en 4 dominios: actividad física en el tiempo de ocio, actividades domésticas y de jardinería, actividad física relacionada con el trabajo y actividad física relacionada con el transporte. Este cuestionario registra 3 tipos específicos de actividad llevada a cabo en los 4 dominios anteriores. Los tipos específicos de actividad evaluados son: caminar, actividades de intensidad moderada y actividades de intensidad vigorosa. La puntuación total requiere la suma de la duración (en minutos) por la frecuencia (número de días) de las actividades anteriormente nombradas, y los resultados se indica en minutos/semanales.

1. Minutos que se camina en un día x 7 días = min/semana caminando.
2. Minutos de Actividad Física Moderada (AFM) en un día x 7 días = min/semana de AFM.
3. Minutos de Actividad Física Vigorosa (AFV) en un día x 7 días = min/semana de AFV.

La actividad física semanal también se mide a través del registro en METs-min-semana. El MET es la unidad de medida del índice metabólico y se define como la cantidad de calor emitido por una persona en posición de sentado por metro cuadrado de piel. Los valores METs de referencia son (Ainsworth y cols., 2003): para caminar 3,3 METs, para la AFM 4 METs y para la AFV: 8 METs.

Con estos valores se definen cuatro resultados:

1. MET-min/semanales Caminando = $3,3 \times \text{min a pie} \times \text{días a la semana}$.
2. MET-min/semanales de AFM = $4,0 \times \text{min de AFM} \times \text{días a la semana}$.
3. MET-min/semanales de AFV = $8,0 \times \text{min de AFV} \times \text{días a la semana}$.
4. MET-min/semanales de Actividad Física Total (AFT) = suma total de los MET-min/semanales de Caminar + AFM + AFV.

De esta manera se registran los valores en tiempo total y consumo calórico. Evalúa tres características específicas de actividad: intensidad (leve, moderada o vigorosa), frecuencia (medida en días por semana) y duración (tiempo por día).

Después de calcular el índice de actividad física, cuyo valor corresponde al producto de la intensidad (en METs), por la frecuencia, por la duración de la actividad, las participantes se clasifican en 3 categorías, en función de las siguientes condiciones:

- Categoría 1: Baja (inactivo): para los que no registran actividad física o la registra pero no alcanza las categorías media y alta.
- Categoría 2: Media. Considera los siguientes criterios:
 - 3 o más días de AFV por lo menos 20 min por día.
 - 5 o más días de AFM o caminar por lo menos 30 min.
 - 5 o más días de cualquier combinación de actividad física leve, moderada o vigorosa que alcancen un registro de 600 METs-min/semana.
- Categoría 3: Alta. Es una categoría alta y cumple los siguientes requerimientos:
 - 3 o más días de AFV o que acumulen 1.500 METs-min-semana.
 - 7 o más días de cualquier combinación de actividad física leve, AFM y AFV que alcance un registro de 3.000 METs-min/semana.

El procedimiento llevado a cabo para la correcta cumplimentación del mismo fue:

En primer lugar, informamos a la muestra de que el cuestionario trata de cuantificar la cantidad de actividad física de los últimos siete días correspondiente a cada fase menstrual. En él se incluyen preguntas sobre la actividad física que realizaron en el trabajo, en casa o en el jardín, para desplazarse de un lugar a otro, y en su tiempo libre, si hacía actividad física de ocio, ejercicio físico o práctica de algún deporte.

La muestra experimental contestó al cuestionario sabiendo que: la actividad de intensidad moderada se considera como aquella que produce un incremento moderado en la respiración, FC y sudoración por lo menos durante 10 min continuos y, la actividad vigorosa, como la que produce un incremento mayor de las mismas variables, durante 10 min o más. Respecto a la última pregunta referida al tiempo que estuvieron sentadas en los días laborables, debían tener en cuenta aquellas que se pasan en el trabajo, en casa, mientras asisten a clase y en su tiempo libre. Debían contar el tiempo que estuvieron sentadas en el despacho, de visita en casa de amigos, leyendo cuando viaja en autobús o sentado o tumbado viendo la televisión.

Para ello, se incide en que piensen bien las actividades que realizan y procuren hacer una estimación lo más aproximada posible, contestando con sinceridad y en el caso de no entender algún aspecto del test, no contestar hasta aclarar la duda.

Los valores que proporciona IPAQ son:

1. Los minutos a la semana de las cuatro actividades diferentes: AFV, AFM, Caminar y sentada.
2. Los MET-minutos a la semana de las AFV, AFM, de caminar y los totales (suma de los anteriores).
3. La categoría o nivel de AF, siendo: 1 el nivel bajo, 2 el nivel medio y el 3 el nivel alto.

3.5.2.2. CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD

Para valorar la calidad de vida relacionada con la salud y en concreto, con las distintas fases del ciclo menstrual, se han utilizado los siguientes instrumentos genéricos del programa FAES Versión 2.1 (2002), por ser los de mayor utilidad por su adaptación transcultural y validación:

- El “*Euro-Qol-5D*”
- El “*Perfil de Salud de Nottingham*”, que mide la percepción de salud y valora las intervenciones médicas o sociales.
- El “*Cuestionario de Salud SF-36*”, que valora estados de salud, tanto positivos como negativos, y además explora la salud física y mental.

Estos cuestionarios eran contestados en sus casas los mismos días en el que se realizaron el resto de mediciones en el laboratorio.

Uno de los objetivos del presente trabajo fue conocer si los diferentes momentos del ciclo menstrual alteran la calidad de vida asociada a la salud.

Para ello se utilizó el cuestionario EuroQol-5D (EQ-5D), basado en los trabajos de un equipo multidisciplinario de cinco países (Inglaterra, Finlandia, Holanda, Suecia y Dinamarca) (Grupo EuroQol, 1990). En 1991 se realizó la versión actual formada por cinco dimensiones (Brooks y el Grupo de EuroQol, 1996), y en nuestro país, el grupo liderado por el Dr. X. Badia, llevó a cabo su validación (Badia, Fernández y Segura, 1995) y es el responsable del desarrollo de este instrumento en España.

El EQ-5D está diseñado para administrarse por correo, pero en nuestro país se aplica de forma autoadministrada (según se indica en el programa FAES, 2002).

Consta de dos partes:

La primera describe el estado de salud a través de cinco dimensiones: movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión. El entrevistado debe elegir para cada una de ellas entre tres niveles de gravedad (“sin problemas”, “algunos/moderados problemas” y “muchos problemas”) que describan su estado de salud “en el día de hoy”. Cada respuesta se codifica como 1, 2 o 3 respectivamente. Con estos datos se establece el estado de salud del individuo mediante un número de 5 dígitos (uno por cada dimensión estudiada). Cada uno de los componentes de este número puede adoptar, por tanto, los valores 1, 2 o 3. Con este sistema se pueden codificar 243 estados teóricos de salud distintos (Badia, Herdman y Schiaffino, 1999).

Y la segunda parte es una Escala Visual Analógica (EVA), vertical de 20 cm de longitud, graduada de 0 a 100 y con los rótulos “peor estado de salud imaginable” y “mejor estado de salud imaginable” en las puntuaciones de 0 y 100, respectivamente. Se debe marcar una línea desde el 0 hasta el nivel que mejor indique su estado de salud “en el día de hoy”.

Existe una tercera parte diseñada para obtener valores individuales de puntuación para 16 estados de salud, además de los de “inconsciente” y “muerte”. Esta parte no fue realizada debido a considerarla poco relevante para nuestro estudio formado por una muestra de personas jóvenes y sanas.

Los datos fueron procesados a través del programa informático FAES Versión 2.1 (2002).

El procedimiento llevado a cabo para la correcta cumplimentación del mismo fue:

En primer lugar, informamos a la muestra de que el cuestionario mide diferentes dimensiones del estado de salud, así como el estado de salud de ese día en concreto.

En segundo lugar, se explicó que se trata de un cuestionario autoadministrado, breve, sencillo, que supondrá unos 5 minutos completarlo y que deberán rellenar únicamente los días

de las mediciones. En la primera parte contestarán a 5 preguntas, una por cada dimensión evaluada, señalando uno de los tres niveles marcados: “sin problemas”, “algunos problemas” y “muchos problemas”. Al final de las mismas indicarán cómo es su salud respecto al año anterior, aun que nosotros lo hemos adaptado a la fase menstrual anterior. En la segunda parte, marcarán dentro de una escala de 0 a 100 cómo consideran que se encuentran ese día, teniendo en cuenta que cuanto más elevado es el número, mejor estado de salud.

Se les pide que contesten con sinceridad y en el caso de no entender algún aspecto del test, no contestar hasta aclarar la duda.

Los valores que proporciona EQ-5D son:

1. Índice único de 5 dígitos, uno por cada dimensión, representativo del estado de salud: movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión. Por ejemplo, la salud perfecta sería: 11111.
2. Estado de salud respecto a la fase anterior: mejor, igual o peor.
3. Estado de salud de ese día, representado por un número que oscila entre 0 y 100.

Otro objetivo perseguido en esta investigación fue medir cómo la muestra percibe su estado de salud y evaluar en qué medida afecta los problemas de salud a las actividades cotidianas, que en este caso, podrían surgir a consecuencia del ciclo menstrual.

El material necesario para esta medición fue el cuestionario del Perfil de Salud de Nottingham (Nottingham Health Profile, NHP), diseñado en Gran Bretaña (Hunt, McKenna, McEwen, Williams y Papp, 1981; Hunt y McEwen, 1980; y Hunt, McKenna, McEwen, Backett, Williams y Papp, 1980) y validado en nuestro país (Alonso, Anto y Moreno, 1990). Posteriormente se asignaron valores ponderales a cada ítem (Prieto, Alonso, Viladrich y Antó, 1996).

Consta de dos partes:

La primera está formada por 38 ítems de respuesta SI-NO, que exploran 6 dimensiones de salud: energía, dolor, movilidad física, reacciones emocionales, sueño y aislamiento social, y que hacen referencia a diferentes estados de salud. Y la segunda parte consta de 7 preguntas sobre la existencia de limitaciones a causa de la salud, en 7 actividades funcionales de la vida

diaria: trabajo, tareas domésticas, vida social, vida familiar, vida sexual, aficiones y tiempo libre.

Las puntuaciones para cada área se obtienen multiplicando las respuestas positivas por un valor ponderal, obtenido por el método de comparación de pares de Thustone. Estas puntuaciones se transforman en una escala que oscila de 0 (no padece ningún problema de salud) a 100 (los padece todos). Las preguntas de la segunda parte del cuestionario, sólo pueden ser analizadas como variables categóricas.

En el presente trabajo, los datos fueron procesados a través del programa informático FAES Versión 2.1 (2002).

El procedimiento seguido para la correcta cumplimentación del cuestionario fue el siguiente.

En primer lugar, informamos a la muestra experimental que dicho inventario evalúa la percepción de salud y cómo puede ésta, afectar a su vida cotidiana.

En segundo lugar, se les explicó que se trata de un cuestionario autoadministrado, de una duración de 10-15 minutos y que lo rellenarán únicamente los días de las mediciones. Deberán contestar SÍ o NO a cada uno de los ítems respecto a la fase menstrual en la que se encuentran.

El cuestionario debían contestarlo con la máxima sinceridad y en el caso de no entender algunos de los ítems, no contestar hasta aclarar la duda.

Los valores que proporciona NHP son:

1. Seis puntuaciones, una por cada área: energía, dolor, movilidad física, reacciones emocionales, sueño y aislamiento social que indican el grado en que padecen problemas de salud. Están reflejados en una escala de 0 (ningún problema) a 100 (todos los problemas).
2. Número de áreas, de las 7 exploradas: trabajo, tareas domésticas, vida social, vida familiar, vida sexual, aficiones y tiempo libre, afectadas por los problemas de salud.

Según indica FAES 2.1 (2002), el NHP es un excelente instrumento para medir la salud percibida, especialmente indicado en grupos seleccionados, aunque también se emplea en población general. No explora cuestiones de salud positiva, por lo que es poco sensible en jóvenes, en población general sana y en personas con problemas de salud menores. Por ello, debe ser usado con precaución por la elevada proporción de resultados de 0 puntos.

Teniendo en cuenta el inconveniente del cuestionario anterior, este estudio se propuso evaluar estados de salud tanto positivos como negativos, y a su vez explorar la salud física y mental.

El material necesario para esta evaluación fue el Cuestionario de Salud SF-36, que es la adaptación realizada para España por Alonso, Prieto y Antó, (1995) y validada dicha versión española por Ayuso-Mateos, Lasa, Vázquez-Barquero, Oviedo y Díez-Manrique (1999) de SF-36 Health Survey (Ware y Sherbourne, 1992; y McHorney, Ware y Sherbourne, 1994). El cuestionario SF-36 fue diseñado originalmente a partir de una extensa batería de preguntas utilizadas en el Estudio de los Resultados Médicos (Medical Outcomes Study) (MOS).

Se trata de un cuestionario autoadministrado de 36 ítems, que explora 8 dimensiones del estado de salud: función física, función social, rol físico, rol emocional, salud mental, vitalidad, dolor y percepción de la salud general. El cuestionario no está diseñado para proporcionar un índice global, pero sí propone puntuaciones resumen de salud física y de salud mental, mediante la combinación de las respuestas de los ítems.

Los datos fueron analizados a través del programa informático FAQs- QualityMetric Scoring Software.

A pesar de que la “versión estándar” hace referencia al estado de salud en las 4 semanas anteriores, la muestra contestó atendiendo a los días pertenecientes a cada fase del ciclo menstrual. Para adaptar el cuestionario a las características temporales correspondientes a las distintas fases del ciclo menstrual, se realizaron modificaciones al cuestionario. Estas modificaciones no se hicieron con el consentimiento o aprobación de QualityMetric/Optum Insight y debido a estas modificaciones, los resultados no son necesariamente fiables o válidos. A pesar de ello, el QualityMetric’s Scoring Software está diseñado específicamente para las encuestas de salud SFTM, por lo que determinó la cantidad y la calidad de los datos y evitó errores en la puntuación.

Para la correcta cumplimentación del cuestionario se dieron las siguientes indicaciones.

En primer lugar, las participantes fueron informadas del cuestionario SF-36, cuyo contenido se centra en el estado funcional y en el bienestar emocional.

En segundo lugar, se explicó que se trata de un cuestionario autoadministrado, de una duración de 10-15 minutos y que deberán rellenar únicamente los días de las mediciones. Responderán a las 36 preguntas señalando una de las diferentes alternativas que aparecen y que mejor refleje su situación. El número de opciones de respuesta oscila entre tres y seis, dependiendo del ítem.

El cuestionario debían contestarlo con la máxima sinceridad y en el caso de no entender algunos de los ítems, no contestar hasta aclarar la duda.

Los valores que proporciona SF-36 son:

1. Ocho puntuaciones, una por cada dimensión: función física, función social, rol físico, rol emocional, salud mental, vitalidad, dolor y percepción de la salud general. Son directamente proporcionales al estado de salud; cuanto mayor sean, mejor estado de salud.
2. El componente sumatorio físico y mental. El rango de las puntuaciones oscila de 0 a 100.

Resulta útil disponer de valores normalizados de referencia en población general. Las medias y desviación estándar en población general española son éstos valores (Ayuso-Mateos y cols., 1999): función física 94,4 (SD 12,8), función social 96 (SD 14,1), rol físico 91,1 (SD 25,7), rol emocional 90,1 (SD 26), salud mental 77,7 (SD 17,3), vitalidad 69,9 (SD 18,4), dolor 82,3 (SD 24,8) y percepción de la salud general 80 (SD 18,8).

Según indica FAES 2.1 (2002), el ámbito de aplicación del test SF-36 abarca población general y pacientes, y se emplea en estudios descriptivos y de evaluación.

3.5.3. VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

En primer lugar, se realizó un estudio antropométrico para caracterizar la muestra experimental.

Las normas generales llevadas a cabo para el estudio antropométrico siguiendo las recomendaciones de González y Villegas, (1999) fueron:

- La exploración debía realizarse en una estancia suficientemente amplia para que el antropometrista pueda medir y manipular el instrumento con libertad alrededor del sujeto. En este caso y cumpliendo con dicha característica, se llevó a cabo en el laboratorio de Fisiología de la Facultad de Ciencias del Deporte.
- El sujeto para su medición debió llevar la mínima ropa posible, como pantalón corto o bañador.
- Debido al punto anterior, la habitación tuvo que estar a una temperatura confortable.
- Las medidas de peso corporal y estatura sufren variaciones a lo largo del día, por lo que se realizaron a primera hora de la mañana.
- El material fue calibrado y comprobada su exactitud antes de iniciar la toma de las medidas.
- Las medidas se realizaron siguiendo un orden práctico (de arriba abajo). Se repitió la misma secuencia de medidas en tres ocasiones, anotando como registro final la media de las tres medidas realizadas.
- La mayor parte de la exploración requirió que el sujeto permaneciera de pie, con los brazos a lo largo del cuerpo y los pies ligeramente separados. Para algunas medidas fue necesario que permaneciera sentado.
- Se ha de contar con una banqueta para facilitar la toma de ciertas medidas, haciendo más accesible el sitio de medición.
- Las medidas simétricas se tomaron en el lado derecho del estudiado.

El protocolo de medidas incluyó el perfil restringido compuesto por 17 dimensiones según el ISAK (International Society of the Advancement of Kinanthropometry) compuesta por: talla, peso, 2 perímetros, 3 diámetros, 6 pliegues cutáneos, % de peso graso, % de peso óseo, peso residual y peso muscular.

Siguiendo a Aragonés, Casajús, Rodríguez y Cabañas, en “Manual de Cineantropometría” bajo la dirección de Esparza (1993), se describen las medidas

antropométricas incluidas, que su vez siguen las indicaciones marcadas por el GREC (Grupo Español de Cineantropometría).

1. La Estatura: distancia en cm. entre el vértex (punto superior de la cabeza) y el plano de sustentación. El sujeto estará de pie, con los pies juntos, brazos a lo largo del cuerpo, nalgas y espalda apoyada sobre la escala y la cabeza situada en el plano de Frankfort (cuando es paralela al suelo, la línea imaginaria que une el borde inferior de la órbita con el tragion, que es el punto más alto del conducto auditivo externo). El antropometrista efectuará una ligera tracción hacia arriba del maxilar inferior y la medida se efectuará cuando el sujeto realice una inspiración profunda.
2. El Peso: peso corporal del individuo dado en kg. El sujeto se colocará de pie, en el centro de la plataforma, con el peso distribuido por igual en ambos pies y sin apoyos.
3. Los Pliegues cutáneos: espesor de la capa de la piel y del tejido adiposo subcutáneo, en mm. Se repite la medición tres veces y se calcula el valor medio. Las repeticiones no se harán pliegue a pliegue, sino tras terminar todos los pliegues incluidos en el estudio, evitando así comprimir la zona. El pellizco de piel se toma con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, abriendo una pinza de unos 8 cm, se elevará una doble capa de piel y su tejido adiposo subyacente en la zona señalada, efectuando una pequeña tracción hacia afuera para que se forme bien el pliegue (lados paralelos) y se mantendrá hasta que termine la medición. Con la mano derecha se aplicará el compás, colocándolo a 1-2 cm del lugar donde se toma el pliegue, perpendicular al sentido de éste y en su base. La lectura se efectúa aproximadamente a los dos segundos después de colocar el compás, cuando se enlentece el descenso de la aguja.
 - 3.1. Pliegue tricipital: se forma en la parte posterior del brazo, a nivel del punto medio entre acromion y cabeza del radio. La dirección del pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del brazo.
 - 3.2. Pliegue subescapular: se toma debajo del ángulo inferior de la escápula. La dirección del pliegue es oblicua, hacia abajo y afuera, formando unos 45 grados con la horizontal.
 - 3.3. Pliegue Ilocrestal: se mide en la línea medioaxilar y justo superior a la cresta iliaca. La dirección del pliegue es oblicua, siguiendo el clivaje natural de la piel. Algunos autores le denominan suprailiaco.
 - 3.4. Pliegue abdominal: se toma a nivel de la cicatriz umbilical, a unos 3-5 cm a la derecha. Su dirección es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del cuerpo.

- 3.5. Pliegue del muslo anterior: se localiza en el punto medio entre el pliegue inguinal y el borde superior de la patela, en la cara anterior del muslo. Su dirección es vertical y siguiendo el eje longitudinal del muslo. El sujeto estará sentado, con las rodillas formando un ángulo de 90 grados.
- 3.6. Pliegue medial: se mide en la parte interna de la pierna, a nivel donde el perímetro de esta es mayor. Su dirección es vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna. El sujeto coloca el pie sobre la banqueta y la rodilla quedará flexionada 90 grados.
4. Los Perímetros: son las medidas de las circunferencias, se dan en cm. El antropometrista sujeta la caja de cinta con la mano derecha y el extremo libre de ésta con la mano izquierda. Se sitúa la cinta sobre la zona al nivel requerido, sin comprimir los tejidos blandos y perpendiculares al eje longitudinal del segmento corporal que se está midiendo.
- 4.1 Perímetro del brazo relajado: se mide la circunferencia del brazo, a nivel del punto medio entre acromion y cabeza del radio. El sujeto estará de pie, con los brazos colgando libremente a cada lado del cuerpo. El antropometrista toma la medición en el lado derecho del estudiado.
- 4.2 Perímetro de la pierna relajada: se toma la circunferencia máxima de la pierna. El sujeto permanecerá de pie, con los pies ligeramente separados y el peso distribuido por igual en ambas piernas. El antropometrista toma la medición en el lado lateral de la pierna.
5. Los Diámetros: es la distancia en cm. tomada en proyección entre dos puntos anatómicos. Se cogen las ramas del Paquímetro (diámetros óseos pequeños) con los dedos índice y pulgar, utilizando el dedo medio para localizar el punto óseo de referencia. Se ha de aplicar una presión firme para comprimir los tejidos blandos.
- 5.1 Diámetro de la muñeca (biestiloideo): es la distancia entre apófisis estiloide del radio y cúbito. El antropometrista está delante del estudiado que está sentado con el antebrazo en pronación sobre el muslo y la mano flexionada con la muñeca en un ángulo de unos 90 grados. Las ramas del Paquímetro están dirigidas hacia abajo en la bisectriz del ángulo de la muñeca.
- 5.2 Diámetro del húmero (biepicondiloideo): es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El sujeto coloca su brazo anterior y horizontal, con el codo en ángulo recto y el antebrazo en supinación. Las ramas del Paquímetro se dirigen hacia abajo, formando con la horizontal un ángulo de 45 grados.
- 5.3 Diámetro del fémur (condiloideo): es la distancia entre los cóndilos medial y lateral del fémur. El sujeto estará sentado, con las rodillas en flexión de 90 grados. Las

ramas del Paquímetro se dirigen hacia abajo, formando con la horizontal un ángulo de 45 grados.

A partir de los datos obtenidos a través de las anteriores mediciones, se hallaron los parámetros de la composición corporal de la muestra experimental:

6. El porcentaje de peso graso (%PG) se calculó según la siguiente fórmula de Yuhasz, obteniéndose como sigue la cantidad de peso graso total:

Ecuación de Yuhasz: $4,56 + (\text{suma } 6 \text{ pliegues} \times 0,143)$ (para mujeres)

PG: $(\text{Peso total} \times \% \text{ grasa}) / 100$

%PG: $(\text{Peso graso} / \text{Peso total}) \times 100$

7. El porcentaje de peso óseo (%PO) se calculó según la siguiente fórmula de Von Döbeln - Rocha, obteniéndose como sigue la cantidad de peso óseo total:

Ecuación de Von Döbeln - Rocha:

PO: $3,02 \times (\text{Talla}^2 \times \text{D. Biestiloideo} \times \text{D. Bicondiloideo} \times 400)^{0,712}$

% PO: $(\text{Peso óseo} / \text{Peso total}) \times 100$

8. El peso residual (PR) en mujeres, y valores absolutos, se calcula según la ecuación de Wurch, sabiendo que el porcentaje en mujeres es del 20,9%.

PR = $(\text{Peso Total} \times 20,9) / 100$ (para mujeres)

9. El peso muscular (PM), calculado según la siguiente ecuación:

PM: $\text{Peso total} - \text{Peso Graso} - \text{Peso Óseo} - \text{Peso Residual}$

% Muscular: $(\text{Peso muscular} / \text{Peso total}) \times 100$

En segundo lugar, se llevó a cabo las medidas de bioimpedancia para obtener los datos de composición corporal en cada fase. Para ello se utilizó la Tanita Body Compositin Analyzer BF-350, del que se analizaron los datos a través del programa informático: Suite Biológica 7 (Versión 7.01.201).

Los datos obtenidos de la bioimpedancia fueron:

1. El peso (kg).
2. La Masa Libre de Grasa (MLG) (kg y %).
3. La Masa Grasa (MG) (kg y %).
4. El Agua Corporal (kg y %).
5. El Índice de Masa Corporal (IMC) (kg/m^2).

El protocolo de medida seguido para la bioimpedancia consistió en un principio, en informar días antes de la prueba el estado en el que debían encontrarse antes de hacer esta medición. Las indicaciones fueron: no tomar líquidos 4 horas antes, no consumir alcohol 24 horas antes de la prueba, no realizar ningún ejercicio físico, ni tomar cafeína o alimento 4 horas antes de la prueba, no realizar la prueba inmediatamente después de haberse levantado, se aconseja dejar pasar un lapsus de 2 horas para que los líquidos se repartan normalmente, orinar 30 minutos antes y no tomar medicación diurética 7 días antes de la prueba.

Respecto al día de la medición, las mujeres retiraban los objetos metálicos, tales como joyas, reloj etc. del cuerpo. A continuación y descalzos se colocan en posición de bipedestación con los brazos relajados junto al tronco realizando una medición pie-pie mediante 4 electrodos (metatarso-calcáneo) con una sensibilidad para la estimación de la grasa corporal del 0,5%.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece para adultos un IMC comprendido en el intervalo de 18,5 kg/m² a 24,99 kg/m² correspondiente a una situación saludable.

3.5.4. VALORACIÓN CARDIORRESPIRATORIA EN REPOSO

3.5.4.1. TENSIÓN ARTERIAL Y FRECUENCIA CARDIACA

La Tensión Arterial (TA) y la Frecuencia Cardiaca (FC) fueron tomadas después de las pruebas de composición corporal y antes de la medición espirométrica. El motivo por el cual no se realizó en primer lugar, fue para asegurarnos de que la muestra se encuentra en un estado de reposo y de tranquilidad, una vez transcurrido un espacio de tiempo donde se produce un primer contacto con la medición de la composición corporal.

Para la evaluación de la TA y la FC se utilizó un tensiómetro Omron 705-IT (HEM-759-E), Intelli sense, incluido en el listado de aparatos validados para la AMPA (automedición de la presión arterial) registrado en la Guía Española de Hipertensión Arterial (2005).

Las variables consideradas para la medida de la TA fueron: la prueba fue realizada por una licenciada en ciencias del deporte; se llevó a cabo en el laboratorio de fisiología, la situación del sujeto fue de reposo; la técnica de medida fue la oscilométrica; la arteria utilizada fue la braquial; y los parámetros estimados fueron los valores de TAS, TAD y FC.

La técnica estándar para obtener una medida basal de la TA en reposo psicofísico, fue según la Guía Española de Hipertensión Arterial (2005):

Las condiciones de las participantes fueron:

- Relajación física: evitar ejercicio físico previo; reposo durante 5 minutos antes de la medida; evitar actividad muscular isométrica: sedentación, espalda y brazo apoyados, piernas no cruzada y evitar medir en casos de disconfort, vejiga replecionada, etc.
- Relajación mental: ambiente en consulta tranquilo y confortable; relajación previa a la medida; reducir la ansiedad o la expectación por pruebas diagnósticas y minimizar la actividad mental: no hablar y no preguntar.
- Circunstancias a evitar: consumo previo de cafeína o tabaco en los 15 min previos; administración reciente de fármacos con efecto sobre la TA (incluyendo los antihipertensivos); medir en pacientes sintomáticos o con agitación psíquica/emocional y tiempo prolongado de espera antes de la visita.
- Aspectos a considerar: presencia de reacción de alerta que sólo es detectable por comparación con medidas ambulatorias; la reacción de alerta es variable (menor con la enfermera que ante el médico, mayor frente a personal no conocido que con el habitual, mayor en especialidades invasivas o quirúrgicas o área de urgencias).

Las condiciones del equipo fueron:

- Dispositivo de medida: aparato automático validado y calibrado en el último año.
- Manguito: adecuado al tamaño del brazo; la cámara debe cubrir el 80% del perímetro; disponer de manguitos de diferentes tamaños: delgado, normal, obeso; velcro o sistema de cierre que sujete con firmeza y estanqueidad en el sistema de aire.

El desarrollo de la medida fue:

- Colocación del manguito: seleccionar el brazo con TA más elevada, si lo hubiere; ajustar sin holgura y sin que comprima; retirar prendas gruesas, evitar enrollarlas de forma que compriman; dejar libre la fosa antecubital, para que no toque el fonendoscopio; también los tubos pueden colocarse hacia arriba si se prefiere; el centro de la cámara (o la marca del manguito) debe coincidir con la arteria braquial y el manguito debe quedar a la altura del corazón, no así el aparato que debe ser bien visible para el explorador. El investigador determina la circunferencia del brazo y coloca el manguito. El borde inferior del manguito debe estar 2,5 cm por encima de la articulación del codo.

- Técnica: en este caso, se espera que se infle el manguito, tome la TA y se desinfle.
- Medidas: Dos medidas mínimo (promediadas); realizar tomas adicionales si hay cambios > 5 mmHg (hasta 4 tomas que deben promediarse juntas).

Los valores que obtenidos de dicha medición fueron:

1. La Tensión Arterial Sistólica (TAS): que corresponde al máximo valor de la tensión arterial en sístole, presión que registra el sistema circulatorio en la sístole del ventrículo. Sus valores se expresan en milímetros de mercurio (mmHg) en posición sentada.
2. La Tensión Arterial Diastólica (TAD): que corresponde al valor mínimo de la tensión arterial cuando el corazón está en diástole. Sus valores se expresan en milímetros de mercurio (mmHg) en posición sentada.
3. La Frecuencia Cardíaca (FC): las pulsaciones por minutos (ppm) en posición sentada.

Según la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI), en los Protocolos de Hipertensión Arterial coordinado por Armario (2009), han definido como TA óptima las que tiene cifras debajo de 120/80 mmHg.

3.5.4.2. ESPIROMETRÍA BASAL

A través de la espirometría podemos conocer la magnitud de los volúmenes pulmonares así como la rapidez con la que pueden ser movilizados (fluidos), y de esta manera observar si se producen cambios con el ciclo menstrual.

Esta medición fue realizada en tercer lugar, una vez registrados los valores de TA y FC. La espirometría forzada requiere un esfuerzo por parte de las participantes que podría alterar alguno de los parámetros cardiovasculares en reposo. Este aspecto es el que justifica el motivo por el cual es realizado después de la valoración con el tensiómetro.

La espirometría se realizó con un Espirómetro MiR Spirobank SN: A23-740231.

El protocolo llevado a cabo para realizar la espirometría forzada fue derivado de las normativas tanto de la SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica) como de la Sociedad Torácica Americana (American Thoracic Society, ATS) (Rodríguez y cols., 1985; y American Thoracic Statement, 1995).

Para evaluar el correcto funcionamiento del aparato respiratorio se registraron en primer lugar los antecedentes personales y familiares. Para ello se preguntó sobre problemas respiratorios graves en familiares directos y los propios de la muestra, como asma bronquial, diferentes grados de hiperactividad bronquial, asma inducida por el ejercicio, frío, calor, tabaco, alérgenos, etc. Además, nos interesamos sobre hábitos tóxicos como el tabaco, duración del tiempo que lleva fumando y la cantidad, ya que pueden ser de importancia a la hora de la interpretación de los datos actuales (De Castro, 1993).

Antes de realizar las pruebas, fueron introducidos en el espirómetro los datos del sujeto, como la edad, sexo, peso y altura, de manera que calcula el resultado de la prueba en porcentaje sobre el valor ideal respecto a esas características. Es por ello que estas variables también se expresan en porcentajes.

El procedimiento de la espirometría forzada consistió en la realización de dos pruebas. En la primera se le indica a la persona que se va a explorar, que lleve a cabo una inspiración máxima y la expulsión de todo el volumen de aire que pueda en el menor tiempo posible. Para la segunda prueba se le pide al sujeto que respire durante 15 segundos a volumen y frecuencia máxima.

La espirometría es una técnica sencilla, aunque requiere colaboración por parte de la persona a quien se estudia. No obstante, para llegar a obtener estos datos se requiere que la exploración sea correcta, y para ello hay que incentivar a la persona enseñándole como debe de expulsar todo el aire del que sea capaz haciéndolo de forma brusca y continuando la expulsión hasta que llegue a un flujo prácticamente inexistente. Es importante señalar que se requieren 3 maniobras pero cuya variabilidad entre las mismas no exceda del 5%.

Respecto a los índices dinámicos que se obtienen mediante esta maniobra son los siguientes:

1. Capacidad Vital Forzada (CVF) (L/min) (%): es el máximo volumen de aire que se expulsa al realizar las maniobras de espiración forzada, partiendo de una inspiración máxima.
2. Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1) o Volumen Máximo Espirado en el primer segundo (VEMS) (L/min) (%): es la cantidad proporcional de la CVF que es expulsada durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada.

3. Flujo Espiratorio Forzado o Pico de Flujo (Peak Expiratory Flow, PEF) (L/min) (%): corresponde al flujo máximo conseguido mediante la maniobra de espiración forzada, teniendo en cuenta que se genera antes de haberse expulsado el 15% de la CVF; es de utilización muy sencilla.
4. Ventilación Voluntaria Máxima (Maximal Voluntary Ventilation, MVV) (L/min) (%): corresponde a la cantidad de aire ventilado tras 15 segundos respirando a máxima frecuencia respiratoria y con el máximo volumen de aire.

Para la interpretación de la espirometría, se debe tener en cuenta que en el diagnóstico de la función pulmonar, cada individuo tiene su propio referente de normalidad y que se ha calculado con relación a la edad, talla, sexo y peso. Se calculan las cantidades que hemos hallado, no sólo en valor absoluto, sino el porcentaje que cada valor absoluto representa en relación a las cifras que tiene el individuo control sano y que posee características somáticas similares a las de la persona explorada.

Es evidente la utilidad que tiene los resultados espirométricos expresados en porcentaje respecto al individuo control, pero no es menos cierta la importancia que poseen los valores absolutos de cada persona, sobre todo cuando se estudian evolutivamente en el tiempo.

Respecto a las posibles contraindicaciones de la espirometría, en realidad son muy pocas y se circunscriben a la imposibilidad de mantenerse en posición adecuada, al dolor torácico que puede aparecer al intentar realizarla, o cuando el individuo sea incapaz de entender o realizar la maniobra después de ser explicada (González y Villegas, 1999).

Desde un punto de vista práctico, mediante el estudio de los resultados podemos afirmar la normalidad de la función respiratoria, o si la persona estudiada padece alguna alteración respiratoria. Con los datos obtenidos podemos conocer respecto a los valores teóricos de referencia, en relación con la edad, talla, sexo y peso, la situación funcional de la persona estudiada: valores de normalidad 80-100%; Insuficiencia Ligera, 60-80%; Moderada, 40-60%; y Grave < 40% (González y Villegas, 1999).

3.5.5. VALORACIÓN CARDIORRESPIRATORIA EN ESFUERZO

Se llevó a cabo una prueba máxima para valorar el rendimiento máximo o capacidad máxima de trabajo físico del sujeto (magnitud de la última carga completada realizada). Esta prueba permite valorar el comportamiento de ciertos parámetros del sistema cardiorrespiratorio durante un ejercicio máximo controlado, por lo que constituye un método de exploración fundamental para la valoración funcional del deportista.

Esta prueba se realizó en último lugar y fue programada para que se llevara a cabo de forma separada al resto de mediciones, es decir, en el segundo día de medición, en horario de mañana y sin haber realizado previamente ninguna otra valoración. La prueba de esfuerzo máxima fue desarrollada siempre que fue posible en estas condiciones, aun que en la mayoría de las chicas se ejecutó al final, después de la prueba en el isocinético y con un periodo de descanso entre ambas.

La prueba de esfuerzo se realizó en un cicloergómetro de freno electromagnético Ergo.line D-7474 BIZTZ, y la respuesta fisiológica en parámetros ergoespirométricos fue controlada mediante un analizador de gases (MGC, model nº 762014-102) y un pulsómetro (Polar 720i) con interface (Polar® Advantage interface).

La prueba de esfuerzo siguió un protocolo incremental escalonado máximo. Se inició con una potencia de 50W y cada dos minutos se producía el cambio de escalón con un incremento de 25W de potencia, siendo la cadencia de pedaleo libre al ser un cicloergómetro de freno electromagnético, que regula la resistencia en función de la cadencia de pedaleo. La muestra marcaba el fin de la prueba cuando no podía continuar con el ritmo establecido en el cicloergómetro.

Previa a la realización de la prueba, se les informó a las participantes de las condiciones y desarrollo de la misma. Se les indicó traer ropa cómoda, evitar tomar sustancias estimulantes antes de la realización de la prueba, evitar realizar grandes esfuerzos el día previo a su ejecución, y no ingerir alimentos las tres horas previas a la medición de la prueba. Estas indicaciones buscan garantizar el mantenimiento de las mismas condiciones, para que el test sea fácilmente reproducible.

Del mismo modo, se controlaron: temperatura, iluminación, humedad y ventilación de la sala; así como la hora del día en la que realizan la prueba, ya que los ritmos circadianos pueden influir como variable contaminadora en los resultados de la prueba.

El día de la prueba de esfuerzo fue empleado siempre el mismo protocolo de actuación:

1. Calibración del analizador de gases.
2. Valoración del peso y talla de la participante para introducir los datos en el software informático.
3. Explicación a la participante de las condiciones de desarrollo de la prueba, indicándole cada paso a seguir.
4. Colocación del pulsómetro y la máscara para el análisis de gases.
5. Inicio del registro de datos en estado basal o de reposo.
6. Inicio de la prueba en 50W de potencia: se comienza a pedalear y cada dos minutos se irá incrementando la potencia (25W).
7. Finalización de la prueba cuando se no se pueda continuar con el ritmo que marca el cicloergómetro.
8. Registro de la Escala de percepción del esfuerzo Borg RPE (6–20).
9. Valoración de la recuperación pasiva a los 3 minutos, en donde se registra nuevamente el consumo de oxígeno, la FC y la tensión arterial.

Los valores obtenidos de la prueba de esfuerzo fueron:

1. Frecuencia Cardíaca (FC) medida en pulsaciones por minuto (ppm).
2. Frecuencia Cardíaca Máxima (FC máx) medida en pulsaciones por minuto (ppm).
3. Consumo de Oxígeno (VO_2) medido en mL/min/kg.
4. Consumo de Oxígeno Máximo (VO_2 máx) medido en mL/min/kg.
5. Porcentaje de Consumo de Oxígeno (% VO_2) en relación al consumo de oxígeno máximo.
6. Potencia medido en vatios (W).

Los diferentes momentos en los cuales se registraron los parámetros cardiorrespiratorios fueron:

- En el Umbral Aeróbico.
- En el Umbral Anaeróbico.

- Al finalizar la prueba de esfuerzo.
- A los 3 minutos de recuperación tras finalizar la prueba de esfuerzo.

Se determinaron los umbrales ventilatorios siguiendo el modelo trifásico propuesto por Skinner y McLellan en 1980 de la siguiente manera:

- El Umbral Aeróbico por el primer arranque ventilatorio. Es el punto más bajo del índice VE/VO_2 , y el punto más bajo de la PeO_2 .
- El Umbral Aneróbico es el segundo arranque ventilatorio. Es el punto más alto de $PeCO_2$. Supone un aumento del índice VE/CO_2 con un aumento del índice VE/VO_2 .

En cuanto a una desventaja en el cicloergómetro, hay que señalar que excepto las chicas que practican ciclismo, el cicloergómetro es usado para medir la cantidad de trabajo realizado de una forma precisa. La parte superior del cuerpo está relativamente inmóvil. En cuanto a las desventajas, el cicloergómetro genera cierta tensión sobre ciertos músculos de las piernas, de modo que los sujetos evaluados se ven forzados a parar a causa del dolor en dichos músculos antes de haber alcanzado el consumo máximo de oxígeno (Brazo, Maynar y Timón, 2013).

Hay una variación del VO_2 máx medido en el tapiz rodante y en el cicloergómetro, ya que se observa que las pruebas en el cicloergómetro fue un promedio del 6,4 al 11,2% por debajo de los valores recogidos con el tapiz rodante (Brazo y cols., 2013).

3.5.6. VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

3.5.6.1. FUERZA DE PRENSIÓN MANUAL

La fuerza de prensión manual se evaluó después de realizar la espirometría forzada, y antes de las pruebas de equilibrio.

Para medir la fuerza de prensión de ambas manos se utilizó un dinamómetro manual mecánico con empuñadura adaptable: Grip-A Takei Physical Fitness Test, 0–100 kgf Grip Strength Dynamometer.

El protocolo empleado para dicha evaluación fue el siguiente:

En primer lugar, se calibró el dinamómetro inmediatamente antes de su uso y se ajustó la empuñadura a las características de la mano del sujeto, de tal manera que las dos barras del instrumento estén a la altura de la primera falange del dedo corazón (según el libro de EUROFIT, 1992).

En segundo lugar, se explica que los resultados conseguidos dependen de la posición adoptada por el sujeto en el momento de la prueba, de la forma en que se realice la contracción muscular rápida y del tiempo empleado en la misma. Por ello, durante el test, la mano que sujeta el dinamómetro y el brazo correspondiente no deben en ningún momento estar en contacto con el cuerpo, manteniéndose el brazo extendido a lo largo del cuerpo y sin superar el máximo de 5 segundos (Libro de EUROFIT, 1992).

Una vez calibrado y ajustado el dinamómetro y explicado la forma de desarrollar la prueba, se siguen los siguientes pasos siguiendo las indicaciones marcadas por Brazo y cols., (2013). Se colocó la aguja en el cero de la escala; el sujeto cogió el dinamómetro en su mano, de tal forma que una de sus ramas apoye en la palma de la mano y la otra en la segunda falange de los cuatro últimos dedos. El indicador debe estar “mirando” hacia fuera; el individuo comprime entonces el aparato con la mayor fuerza posible, sin que el miembro superior que lo sostiene toque el cuerpo; mantener la contracción durante al menos 3 segundos; la aguja marcará la fuerza realizada; y las siguientes repeticiones, hasta tres, deberán realizarse con un intervalo de descanso de 1 minuto entre ellas. Se escogió el mejor resultado.

Los resultados obtenidos se miden en kilopondio o kilogramo por fuerza (kg.f), que es la fuerza ejercida sobre una masa de 1 kg masa por la gravedad estándar en la superficie terrestre, esto es $9,80665 \text{ m/s}^2$.

Los valores que proporciona el dinamómetro son:

1. Fuerza de prensión de la mano derecha (kg.f).
2. Fuerza de prensión de la mano izquierda (kg.f).
3. Fuerza de prensión bimanual (derecha más izquierda) (kg.f).

Es importante indicar que a la señal del controlador, es necesario motivar al ejecutante para que presione el dinamómetro apretando la mano con la mayor fuerza posible. También se

observará que durante la ejecución, no se sacuda el aparato, ni cambie la postura del cuerpo ni la posición del dinamómetro y no utilizar ningún apoyo (Martínez, 2006).

3.5.6.2. FUERZA DEL TREN INFERIOR

Siempre que fue posible dividir las mediciones en dos días, la fuerza del tren inferior fue la última prueba en realizarse en el primer día de medición. En los casos en los que todas las mediciones se ejecutaron en el mismo día, fue la antepenúltima prueba, después de medir los niveles de flexibilidad y antes de la prueba de esfuerzo.

El instrumento utilizado para la medición de la fuerza del tren inferior fue un dinamómetro isocinético Biodex System 3 Quick-Set (Biodex Medical Systems, 20 Ramsay Rd) y el software System 3 (versión 3.40).

A través del dinamómetro isocinético se pueden registrar las acciones máximas isométricas, concéntricas y excéntricas de los músculos flexores y extensores de la rodilla. Los movimientos concéntricos y excéntricos se realizaron a 60° por segundo (Shklar y Dvir, 1995). Los resultados fueron calculados por el software Sistema-3, para cada dirección (flexión, extensión) y tipo de contracción (isométrica, concéntrica y excéntrica).

El protocolo empleado en la valoración fue el siguiente:

Las participantes fueron sentadas en el isocinético con el respaldo a un ángulo de 85° respecto al asiento. El eje mecánico del dinamómetro se alineó con el eje de movimiento de la rodilla de acuerdo con los protocolos estandarizados (Dvir, 2003). A continuación, se grabó con el software del dinamómetro el peso de la pierna para que la determinación pasiva de los efectos de la gravedad en el miembro pudieran considerarse (Perrin, 1993). Para ello, se les pedía a las participantes que relajasen la pierna.

Antes de realizar las pruebas, las participantes se familiarizaron con las pruebas realizándolas a un nivel submáximo y a modo de calentamiento.

A continuación se les explicó que las 4 pruebas evaluarán acciones máximas, por lo que se les pidió que realizaran todas las acciones lo más rápido y fuerte posible. Además, les informamos de que inmediatamente después de cada una de las pruebas se les pedirá un valor

de la escala de Borg RPE (6-20) (Borg, 1998), para registrar la percepción subjetiva del esfuerzo realizado.

La descripción de las pruebas llevadas a cabo fueron las siguientes:

1. Prueba isométrica: 3 repeticiones de contracciones isométricas máximas que involucran tanto extensores y flexores de la rodilla (que alternan las contracciones de los músculos extensores y flexores), con la rodilla flexionada a 45°. Cada repetición tuvo una duración de 5 segundos y entre cada repetición hubo un descanso de 5 segundos.
2. Prueba concéntrica/concéntrica (prueba con/con): Esta prueba consiste en 3 movimientos concéntricos que involucran alternativamente la extensión y la flexión de la rodilla. El rango de movimiento fue de 80° entre la flexión y la extensión completa de la rodilla. La velocidad a la que se realizó la prueba fue de 60°/s.
Para esta prueba, a las participantes se les pidió extender y flexionar la rodilla constantemente a la mayor velocidad y fuerza posible. Entre la primera y la segunda prueba hubo un tiempo de descanso de al menos 3 minutos.
3. Prueba concéntrica/excéntrica (prueba con/exc): Esta prueba consiste en 3 movimientos concéntricos de extensión de la rodilla, seguida de un excéntrico movimiento de flexión. Es un movimiento concéntrico en la extensión y excéntrico en la flexión dirigidos ambos movimientos al músculo cuádriceps. El rango de movimiento fue de 80° entre la flexión y la extensión completa de la rodilla. La velocidad a la que se realizó la prueba fue de 60°/s.
En esta prueba se le indicó al sujeto que siempre hiciera fuerza hacia arriba, e intentar mantener la rodilla en extensión, a pesar de que la máquina vencerá su fuerza y le hará flexionar la rodilla. Entre la segunda y tercera prueba hubo un tiempo de descanso de al menos 3 minutos.
4. Prueba excéntrica/concéntrica (prueba exc/con): Esta prueba consiste en 3 movimientos excéntricos de flexión de la rodilla, seguida de un movimiento concéntrico de extensión. Es un movimiento excéntrico en la extensión y concéntrico en la flexión dirigidos ambos movimientos a los músculos isquiotibiales. El rango de

movimiento fue de 80° entre la flexión y la extensión completa de la rodilla. La velocidad a la que se realizó la prueba fue de 60°/s.

En esta prueba se le pidió a la participante que no dejara de ejercer la máxima fuerza hacia abajo, e intentar mantener la rodilla en flexión, aunque le advertimos de que la máquina le hará extender la rodilla.

Para conseguir que la muestra se esforzara al máximo, las participantes fueron estimuladas y animadas verbalmente durante todo el tiempo que duran las pruebas.

Las medidas obtenidas del dinamómetro para cada una de las pruebas fueron:

1. El pico de torque (Nm), definido como "la salida de torque más alta registrada en todo el rango de movimiento de cada repetición" (Kannus, 1994).
2. El trabajo (J), que se define como "la cantidad (output, salida) de energía mecánica" (Kannus, 1994) y es representada por el área de abajo del torque frente al desplazamiento angular de la curva (Kannus, 1994).

3.5.6.3. FLEXIBILIDAD DEL TRONCO

Para estudiar si los niveles de flexibilidad sufren cambios con el ciclo menstrual, se evaluó la flexibilidad anterior y posterior del tronco a través de diferentes pruebas.

Estas pruebas se realizaron después de las valoraciones de los saltos, ya que servirán de calentamiento de la musculatura para la correcta realización de dichas pruebas.

Respecto a la flexibilidad anterior del tronco fue medida a través de la prueba de extensión del tronco hacia atrás.

El material necesario para ello fue una colchoneta y un Flexibilimeter (Backward), con un rango de medida de 10 a 80 cm. Además fue necesaria la ayuda de un colaborador.

El protocolo seguido en esta prueba consistió en lo siguiente (Martínez, 2006): El ejecutante se colocó tumbado sobre una colchoneta en posición decúbito prono, manteniendo las manos agarradas tras la espalda y con la barbilla pegada al suelo. Sobre la cara posterior de sus piernas estará sentado un ayudante, de forma que queden fijos al suelo todos los segmentos desde la cadera a los pies. A la señal del controlador, el ejecutante

realizará una extensión total del tronco, elevándolo lo más arriba posible y manteniendo la posición máxima al menos 2 segundos. El examinador desliza el cursor sobre el soporte milimetrado hasta alcanzar la altura de la barbilla del sujeto, situado al lado de la cabeza del ejecutante. Se selecciona el mejor resultado de 3 ensayos.

El valor obtenido de la prueba de extensión del tronco fue: la distancia alcanzada en centímetros (cm).

En relación a la flexibilidad posterior del tronco fue medida a través de la prueba de flexión de tronco adelante desde de pie.

El material necesario fue un cajón con regleta centimetrada adosada (Flexibility measuring instrument in Forward direction, modelo 1229) con un rango de medida de -20 a +35 cm.

Para la ejecución de la prueba se siguió siempre el mismo protocolo de actuación (Martínez, 2006):

El examinando se colocó de pie y descalzo sobre una caja con una elevación de al menos 20 cm desde el suelo. Las piernas permanecerán totalmente extendidas y los pies juntos y ajustados a un borde extremo del banco, junto al medidor. A la indicación del examinador, el sujeto realizará flexión extrema del tronco hacia delante (lentamente y sin impulso), asimismo, extenderá los brazos y manos todo lo posible hacia abajo, empujando el cursor del medidor hacia abajo lo máximo posible y manteniendo la posición final durante 2 segundos.

Se registraron la marca alcanzada en posición final. Si el cursor estuvo situado en una posición por encima del punto cero (que ha de coincidir con la línea de apoyo de los pies) la marca fue negativa, en caso contrario, el valor de la marca fue positivo.

Para la ejecución de esta prueba, es totalmente necesario realizar un completo calentamiento previo, imitando muchas veces el gesto de ejecución de la misma.

Se consideró nula cualquier ejecución en la que se flexionen las piernas o no se mantenga la posición final durante 2 segundos. Se selecciona el mejor resultado de 3 ensayos.

El valor obtenido de la prueba de flexión del tronco fue: la distancia alcanzada en centímetros (cm).

3.5.6.4. POTENCIA ANAERÓBICA

La valoración de la fuerza y potencia de los miembros inferiores se realizó a través de saltos verticales. Con ello se deja de aislar músculos y grupos musculares y se valora de una forma conjunta las diferentes manifestaciones de la aplicación de la fuerza que se puede asemejar de una mejor forma al gesto deportivo (González y Villegas, 1999).

El momento de valoración de los saltos fue después de la prueba de evaluación del equilibrio estático. Se realiza en este orden ya que el equilibrio no supone una fatiga demasiado grande como para afectar a la potencia del tren inferior.

Para estas mediciones se utilizó la plataforma de infrarrojos Ergo Jump Bosco System, con dos barreras de fotocélulas y el software informático para la captación de datos. Este es un instrumento de medición del tiempo, que mediante un pequeño procesador portátil, se estudia los diferentes componentes de la fuerza dependiendo de la prueba y metodología que se aplique.

El mecanismo de la plataforma fue sencillo. Mientras el individuo se halla dentro de ella el cronómetro permanece parado, pero al saltar se pone en marcha, deteniéndose en el momento que el sujeto vuelva a tocar el suelo. Es decir, mide el tiempo transcurrido mientras el individuo “vuela”. Pero a la vez, también es capaz de determinar la duración del contacto de los pies con el suelo cuando hace varios saltos seguidos. A partir de ellos y considerando el peso del individuo se obtiene la altura y la potencia mecánica del trabajo realizado (González y Villegas, 1999).

Con la plataforma se puede valorar la fuerza explosiva, elástica, reactiva, se puede calcular un índice de elasticidad, una curva fuerza-velocidad o, según el test, algunas cualidades musculares como el potencial anaeróbico aláctico y láctico.

Las pruebas fueron fáciles de realizar y repetir, y se ejecutaron en el siguiente orden y de la siguiente manera, siguiendo las indicaciones marcadas en los libros de González y Villegas, (1999) y Brazo y cols., (2013).

1.Squat Jump (SJ): es una prueba para valorar la fuerza explosiva, ya que indica la fuerza que se obtiene de un salto sin la contracción excéntrica previa. Consiste en medir el tiempo de vuelo de un salto vertical partiendo de la posición de media sentadilla con las manos apoyadas en las caderas y el tronco erecto. Es decir, sin la ayuda de las extremidades superiores ni del tronco, de manera que el impulso “explosivo” corresponda sólo a las extremidades inferiores. Además de determinar la fuerza-explosiva, se puede obtener la capacidad de reclutamiento nervioso y el % de fibras tipo I y tipo II (en función de la relación de fuerza tiempo).

El protocolo que se llevó a cabo fue el siguiente:

El sujeto se colocó dentro de las dos barras con las manos en las caderas y las piernas flexionadas por la rodilla en un ángulo de 90°. Esta posición la mantuvo durante 5 segundos para eliminar la mayor parte de la energía elástica acumulada durante la flexión, y luego, trataron de saltar lo más alto posible evitando realizar cualquier acción de contramovimiento y sin soltar las manos. Las manos se colocaron en la cadera para que no ayuden en el salto.

2. Salto en Contramovimiento (CMJ): con esta prueba se valoró la fuerza elástica. Los anglosajones la denominan Counter Movement Jump (CMJ). Es una prueba de fuerza y coordinación neuromuscular, donde se aprovecha la energía elástica generada durante el ciclo estiramiento-acortamiento. Además de obtener la altura en cm, podemos calcular el Índice de Elasticidad el cual viene definido por la diferencia entre la fuerza elástica y la fuerza explosiva.

La realización de la prueba se llevó a cabo siguiendo los siguientes aspectos:

Le indicamos al sujeto que es un test similar a SJ, pero en el que varía la posición de partida. El sujeto partió de una posición vertical, sin doblar previamente las rodillas, a partir de la cual flexionó y extendió las piernas a una alta velocidad de ejecución. Los brazos también permanecieron en la cintura. Con el contramovimiento se aprovecha la energía elástica que se acumula durante la flexión.

Durante un salto vertical simple, el almacenamiento y la recuperación de energía elástica en el músculo y en el tendón contribuyen en un 25-50% a la mejora de la actuación tras un gesto de contramovimiento. Esta mejora del salto se debe, además de la energía elástica acumulada, al reclutamiento reflejo de unidades motrices (reflejo miotático o de estiramiento).

3. Test de Abalakov (CMJ libre de manos): es una variante de la prueba anterior con características similares, pero en este caso el salto vertical se debe coordinar con el impulso que proporcionan los brazos en un movimiento de abajo y atrás a adelante y arriba.

4. Test de Bosco de 15 segundos de saltos continuados: es un test para valorar la potencia anaeróbica aláctica y láctica durante la realización de una serie continuada de saltos efectuados a la máxima intensidad durante 15 segundos. De esta manera se analizan los valores máximos obtenidos y las pendientes que producen los índices de fatiga, así como los valores medios de potencia durante los 15 segundos. Según el libro de Brazo y cols., (2013), el valor máximo alcanzado corresponderá con la potencia anaeróbica aláctica, debiendo producirse durante los 3 primeros saltos del esfuerzo; y si analizamos la media de la potencia obtenida durante los 15 segundos, obtendremos información de la potencia anaeróbica láctica, ya que este sistema energético adquiere una importante participación en la parte final de la prueba, aunque quizás sería necesario llevar a cabo saltos durante 30 o 45 segundos.

Los valores que proporciona la prueba de saltos continuos son dos: la potencia mecánica y la altura media conseguida durante los mismos. La comparación de este último valor con el del CMJ ofrece la posibilidad de valorar la resistencia a la fuerza rápida (Bosco, 2000).

El valor de la relación entre la altura media durante 15 segundos ($h_{15\ s}$) y el CMJ ($h_{15\ s}/h_{CMJ}$) se debe aproximar a 1 (Bosco, 2000).

El programa de trabajo operativo del Ergojump-Fiber Counter está preparado para ofrecer en el display el valor individual de cada salto en altura (h) (Bosco, 2000). También en este caso cuanto, más se aproxima a 1 el cociente obtenido, más resistente a la fuerza rápida será el sujeto.

Para la realización de esta prueba, el CMJ se efectuó a intensidad máxima y de forma continuada durante 15 segundos:

El individuo se colocó entre ambas barras con la siguiente posición inicial: el tronco erguido, los pies en contacto con el suelo, las rodillas a 180° y las manos en la cintura en forma de jarra.

El sujeto partió desde la posición inicial antes indicada y habiendo introducido en el software los datos del sujeto, éste realizó una serie de saltos verticales sucesivos durante 15 segundos realizando en todos ellos contramovimiento. Durante su realización, se procuró que el ángulo de flexión de la rodilla fuera de 90 grados (sin superarlos en exceso). Su ejecución correcta obliga a realizar aproximadamente, un salto por segundo.

Los valores obtenidos a partir de todas las pruebas realizadas en el opto jump fueron:

1. Altura de SJ (cm) representada como h_{SJ} .
2. Altura de CMJ (cm) representada como h_{CMJ} .
3. Altura de CMJ libre de manos (cm).
4. Altura media máxima (cm): la media de las alturas de los 3 primeros saltos en el test de 15 segundos.
5. Altura media mínima (cm): la media de las alturas de los 3 últimos saltos en el test de 15 segundos.
6. Índice de Fatiga (cm): es la diferencia entre la altura del primer salto en el test de los 15 segundos y la altura del antepenúltimo salto del test de los 15 segundos.
7. Índice de Elasticidad (%): es el resultado de la diferencia entre las alturas del CMJ y SJ por 100 y entre la altura de SJ. Es decir, $[(h_{CMJ} - h_{SJ}) \cdot 100] / h_{SJ}$.
8. Índice de Resistencia o relación fibras tipo II/I: es el resultado de dividir el valor medio de la altura conseguida en los últimos tres saltos, en la prueba de 15 segundos, por el correspondiente obtenido al inicio de la prueba.
9. Potencia Anaeróbica Láctica (vatios/kg): es el resultado de la siguiente fórmula, $\sqrt{4,9 \cdot \text{peso (kg)}} \cdot \sqrt{[\text{talla (cm)} \cdot 100]}$.

Los índices y potencia se hallan influenciados por el peso corporal total y la talla.

Todo esto es válido si el sujeto se ha esforzado al máximo durante toda la prueba. Para comprobar si la prueba se ha realizado con el esfuerzo máximo sólo hay que comparar la altura

media de los tres primeros saltos con la del CMJ. Si los dos valores se aproximan quiere decir que el sujeto se ha esforzado al máximo y, en consecuencia, la prueba puede ser considerada válida (Bosco, 2000).

3.5.6.5. EQUILIBRIO ESTÁTICO

El equilibrio fue evaluado después de la prueba de presión manual, y antes de la prueba de saltos. De esta forma, la musculatura del tren inferior no ha realizado ningún tipo de esfuerzo que pudiera alterar los niveles de equilibrio en dichas pruebas.

Para la valoración del equilibrio se han empleado dos procedimientos: la prueba de Equilibrio Flamenco (Flamingo Balance Test, FLB, de la batería de test EUROFIT, Council of Europe, 1993) y el test de pierna atlética en la plataforma BBS (Biodex Medical Systems, Shirley). Ambas pruebas fueron empleadas dos veces, una con visión y otra sin visión.

Respecto a la prueba de equilibrio flamenco, el objetivo fue medir el equilibrio estático de la participante en dos situaciones diferentes, con visión y sin visión.

Para la realización de esta prueba se ha utilizado una banco sueco invertido con 3 cm de anchura y un cronómetro sin reajuste automático, para poder reanudar el cronometraje desde el momento de la interrupción (NAMASTE 100 memoria).

Para su valoración, los procedimientos seguidos fueron los marcados por los autores Hernández, (2004) y Martínez, (2006) y bajo indicaciones del libro de Eurofit, (CSD, 1992):

La persona responsable de la prueba ayudó a situar al ejecutante en la posición de flamenco, es decir, de pie, sobre el eje longitudinal de la barra. Se apoyó sobre la pierna que elija el ejecutante, flexionando la pierna libre hasta poder ser agarrada por la mano del mismo lado del cuerpo y quedarse en la posición de flamenco (similar a la pata coja).

Una vez que el ejecutante se soltó del antebrazo de la persona responsable de la prueba, el cronómetro se puso en marcha y sólo se paró cada vez que se perdió el equilibrio o toque el suelo, o se suelte la mano del pie. En ese momento, se volvió a recuperar la posición inicial y se puso en marcha el cronómetro, contabilizándose a partir de los segundos registrados anteriormente, hasta que transcurrió el minuto.

Se contabilizó el número de intentos que ha necesitado el ejecutante para lograr mantener el equilibrio durante un minuto, salvo que se interrumpa la prueba quince veces en los treinta primeros segundos, donde se finaliza la prueba, considerándose nula o que no es capaz de realizar la prueba.

La primera prueba se hizo con visión, y la segunda, sin visión. Entre cada prueba se produjo un descanso de 5 minutos.

El resultado obtenido fue el número de ensayos que han sido necesarios para completar el minuto en equilibrio, por ejemplo: si ha necesitado 5 ensayos, se asignan 5 puntos.

Se utilizó el Test de Pierna Atlética, con un ajuste de plataforma BBS en modo estático. Se les pidió a las participantes que mantuviesen la proyección vertical de su centro de gravedad en el centro de la plataforma mediante la observación de un punto en una pantalla vertical situada a 30 cm delante de su cara. Cada participante realizó 3 ensayos con ojos abiertos y tres con ojos cerrados, cada ensayo fue de 20 segundos de duración, con períodos de descanso de 10 segundos entre ellos. La pierna seleccionada fue la dominante al igual que en el test de flamenco. Todas las participantes realizaron la prueba con los pies descalzos, brazos libres a lo largo del cuerpo y con ropa ligera.

El procedimiento llevado a cabo en el momento de la evaluación fue:

El participante subió descalzo a la plataforma y se le explicó que el punto que señala la pantalla que tiene enfrente es el centro de presiones de su cuerpo. En posición de equilibrio, informamos a la muestra que moviendo la posición de su pie y de su cuerpo, tiene que intentar que coincida su centro de presiones que marca el punto, con el centro de la diana iluminada que muestra la pantalla (que una vez que consigue coincidir el punto con el centro de la diana, se graba como punto cero), y permanezca el mayor tiempo posible dentro de ella mientras que se realizan las pruebas.

La plataforma calculó los siguientes valores:

1. Índice de Estabilidad Anterior/Posterior con visión y sin visión.
2. Índice de Estabilidad Medio Lateral con visión y sin visión.

3. Índice de Estabilidad General, compuesto por los 2 anteriores (Arnold y Schmitz, 1998) con visión y sin visión.
4. Número de desequilibrios totales durante los 6 ensayos (con y sin visión).

Estos índices son desviaciones estándar de la evaluación de las fluctuaciones sobre el punto cero establecido antes de la prueba, en lugar de sobre la media del grupo. Una puntuación alta indica un equilibrio pobre.

Las puntuaciones normales (media \pm SD) que establece la plataforma BBS para esta prueba son: Índice de Estabilidad General: $3,9\pm 1,9$; Índice Anterior/Posterior: $3,7\pm 1,8$; e Índice Medio Lateral: $1,8\pm 0,8$.

3.5.7. VALORACIÓN PSICOLÓGICA

3.5.7.1. PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO

Durante la prueba de esfuerzo en el cicloergómetro y en el isocinético fueron recogidas unas variables psicológicas. Estas variables hacen referencia a las sensaciones psicológicas subjetivas sobre la percepción del esfuerzo (González y Villegas, 1999).

La percepción del esfuerzo ha sido estudiada tanto desde la fisiología como desde la psicología. Se trata de un constructo psicobiológico que refleja los aspectos subjetivos del esfuerzo, al solicitar a los sujetos una evaluación del ejercicio que han realizado (González y Villegas, 1999).

El objetivo de esta valoración fue conocer lo duro que el cuerpo ha trabajado en una misma prueba en diferentes momentos en el tiempo. Esto ayudará a ajustar la intensidad de la actividad, aumentando o disminuyendo las cargas de entrenamiento en función de cómo sientan el esfuerzo en las diferentes fases del ciclo menstrual.

El instrumento utilizado para su valoración fue la Escala de Percepción de Esfuerzo RPE de Borg (Borg Rating of Perceived Exertion RPE Scale) (Borg, 1998), representada en la (Figura 8). Su creador, Gunnar Borg (1970), la diseñó relacionando medidas objetivas de trabajo físico con medidas subjetivas, construyendo así una escala que consta de 15 ítems (del 6 a 20), acompañados de valoraciones cualitativas (desde “muy, muy ligero” a “muy, muy intenso”). Estos valores de la escala representan la FC de 60 a 200 pulsaciones por minuto (ppm), dada la

correlación positiva existente entre ambas variables (Borg, 1998). Hay que tener en cuenta que este cálculo es sólo una aproximación de la FC, y la FC real puede variar dependiendo de la edad y la condición física.

El protocolo empleado para medir la percepción del esfuerzo RPE de Borg (6-20) fue el siguiente (Borg, 1998).

Antes de comenzar las distintas pruebas máximas tanto en cicloergómetro como en el isocinético, las participantes fueron informadas sobre la escala RPE de Borg (6-20). Se les explicó que queremos valorar cómo perciben el esfuerzo en el momento final de cada una de las pruebas. Este sentimiento debe reflejar lo pesado y vigoroso que sienten que es la prueba, que combina todas las sensaciones y sentimientos de estrés físico, de esfuerzo y de fatiga. Por lo que no se tienen que fijar solo en un factor, como dolor en las piernas o dificultad para respirar, sino tratar de centrarse en su sensación total de esfuerzo.

Se les explicó que al finalizar cada prueba les mostraremos la escala de calificación, para que observen los números y sus correspondientes expresiones cualitativas. Pasado un pequeño espacio de tiempo nos deberán comunicar qué número es el que mejor refleja su esfuerzo. Se les pide que traten de evaluar su sensación de esfuerzo lo más honestamente posible, sin pensar en la carga física real y sin compararse con otras personas.

El valor que proporciona la escala RPE de Borg es un número de 6 a 20 con las correspondientes expresiones que van desde “sin ningún esfuerzo” hasta “máximo esfuerzo”.

3.5.7.2. ESTADO DE ÁNIMO

Otro aspecto psicológico que ha sido investigado a lo largo del ciclo menstrual fue el estado de ánimo.

Para ello se utilizó un cuestionario fácil y sencillo de completar, el Perfil del Estado de Ánimo, más conocido por sus siglas en inglés POMS (Profile of Mood States, McNair y cols., 1992).

Este cuestionario lo rellenaban en sus casa los mismos días de las mediciones.

Hay varias versiones del test de POMS: una versión corta (POMS Brief); una estándar (POMS Standard); y una versión bipolar (POMS-Bi). Todas ellas miden tanto aspectos positivos como negativos del estado de ánimo. Los tests de POMS son fáciles de comprender, lo que permite completarlo rápidamente y con precisión (Loir, McNair, Heuchert, y Droppleman, 1971, 1981, 1992, 2003).

En este estudio se utilizó el test de POMS estándar, compuesto por 65 adjetivos (McNair, Loir y Droppleman, 1971). Cada adjetivo se valora asignando una puntuación que va desde 0 (nada) hasta 4 (muchísimo). Estos datos son procesados a través de un programa informático para Windows de Hernández y Ramos, (1992), del cual se obtienen un índice general de alteración del estado de ánimo y seis medidas parciales, referidas a los estados de: Tensión, Depresión, Angustia, Vigor, Fatiga y Confusión. Había inicialmente un componente más, denominado Amistad, pero no ha podido ser replicado de forma consistente; de ahí que sólo se haya prescindido de los seis estados enumerados anteriormente (McNair, Loir y Droppleman, 1992).

El procedimiento llevado a cabo para la correcta cumplimentación del mismo fue: En primer lugar, informamos a la muestra de que el cuestionario evalúa diferentes estados de ánimo.

En segundo lugar, se explicó que se trata de un cuestionario autoadministrado, de una duración aproximada de 10 minutos y que deberán rellenar únicamente los días de las mediciones. Para la correcta cumplimentación, seguirán las indicaciones que aparecen en el mismo, donde asignarán a cada uno de los 65 ítems el número correspondiente a cómo se sentían según los 5 niveles de respuesta: 0 (nada), 1 (poco), 2 (moderadamente), 3 (bastante) y 4 (muchísimo). El valor de los adjetivos presentados respondían a la pregunta: “¿cómo te has sentido durante el día de hoy?” o “¿cómo te sientes ahora mismo?”, ya que el cuestionario es realizado en los diferentes días correspondientes a cada una de las fases del ciclo menstrual. Se les pide que contesten con sinceridad y en el caso de no entender el significado de algún adjetivo, no contestar hasta aclarar la duda.

Los valores que proporciona POMS son:

1. Seis puntuaciones de los estados de: tensión, depresión, angustia, vigor, fatiga y confusión.
2. Un número correspondiente al trastorno del humor.

3.5.7.3. DEPRESIÓN

A pesar de estudiar a través del test de POMS el estado de depresión, se indagó de una forma más concreta sobre el índice de depresión y su posible variación durante el ciclo menstrual.

El material necesario para evaluar la depresión fue el Inventario de Depresión de Beck (Beck Depression Inventory, BDI). Beck, Rush, Shaw y Emery, (1979) dieron a conocer una nueva versión revisada de su inventario, adaptada y traducida al castellano por Vázquez y Sanz, (1991); Sanz y Vázquez, (1998); y Vázquez y Sanz, (2000).

El BDI lo debían completar en casa los días correspondientes a las valoraciones. Es un cuestionario autoaplicado de 21 ítems que evalúa un amplio espectro de síntomas depresivos, de los cuales, 15 hacen referencia a síntomas psicológico-cognitivos, y los 6 restantes a síntomas somático-vegetativos (Schotte, Maes, Cluydts, De Doncker y Cosyns, 1997). Cada ítem presenta 4 frases que aluden a diferentes niveles de un mismo sentimiento. El resultado del cuestionario se obtiene de la suma de los valores de las frases seleccionadas, que van de 0 a 3, por lo que el rango de la puntuación obtenida es de 0-63 puntos. En este caso, los datos fueron procesados a través del programa informático FAES Versión 2.1 (Fundación para el Análisis y los Estudios Sociales, 2002).

El procedimiento seguido para la correcta cumplimentación del cuestionario fue el siguiente.

En primer lugar, informamos a la muestra experimental que dicho inventario evalúa el nivel de sintomatología del estado de depresión.

En segundo lugar, se les explicó que se trata de un cuestionario autoadministrado, de una duración aproximada de 10 minutos y que deberán rellenar únicamente los días de las mediciones. Deberán seleccionar, para cada uno de los 21 ítems, la alternativa de respuesta que mejor refleje su situación durante el momento actual y respecto a la fase menstrual en la que se encuentra.

Se incidió en contestar el cuestionario con la máxima sinceridad y no contestar en el caso de no entender algunos de los ítems, hasta que no se aclarasen sus dudas.

El valor que proporciona BDI es una puntuación total que se obtienen de la suma de los valores de las frases seleccionadas.

Los puntos de corte usualmente aceptados para graduar la intensidad o severidad son los siguientes (Beck, Steer y Garbin, 1988): no depresión: 0-9 puntos; depresión leve: 10-18 puntos; depresión moderada: 19-29 puntos; y depresión grave: ≥ 30 puntos.

A efectos de cribado o detección de casos en población general el punto de corte ha sido establecido por en ≥ 13 puntos (Lasa, Ayuso-Mateos, Vázquez-Barquero, Díez-Manrique y Dowrick, 2000); aunque en pacientes con ciertas patologías, se utilizan puntos de corte más altos, ya que si se utiliza un punto de corte bajo, en cuanto a los ítems somáticos, tienden a aumentar el número de falsos positivos (Hamilton y Shapiro, 1990).

3.6. LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

Por un lado, Mumenthaler, O'Hara, Taylor, Friedman y Yesavage (2001), informaron que los estudios sobre la influencia de las fases del ciclo menstrual en el rendimiento humano han estado limitados por diversos problemas metodológicos: la dificultad en el logro de una muestra suficientemente grande, la selección de las fases del ciclo menstrual adecuadas (días 1-5: menstruación; días 6-12: folicular/preovulatoria; días 13-15: ovulatoria; días 16-23: lútea/postovulatoria y días 24-28: fase premenstrual); y la necesidad de verificar las fases del ciclo.

Por otro lado, como las diferencias inter-individual en el rendimiento deportivo es probable que sea relativamente grande, es preferible el uso de diseños intrasujetos.

Hay aspectos importantes a considerar, como los que marcan Moreno, Martínez, y Alonso (2006), sobre cómo en cada sociedad se configuran estereotipos asociados al género, a la edad, y a otros muchos parámetros. De esta forma se interioriza una serie de formas de sentir, pensar y actuar que determinan papeles sociales diferentes según el sexo, como el interés por practicar un determinado deporte o práctica física-deportiva. Algunas de estas actitudes sexistas adquiridas hacen referencia al hecho de que la mayoría de niñas y

adolescentes, sobre todo a partir de los 13-14 años, rechacen los esfuerzos a gran intensidad, como el trabajo de resistencia o de potencia. Del mismo modo, al llegar a la adolescencia, pudieran cambiar su motivación hacia la actividad física en diferentes momentos a lo largo del ciclo menstrual.

La menstruación, los efectos negativos sobre el aparato reproductor femenino y la masculinización de la mujer, han sido los grandes temas sobre los que se ha asentado la inhibición deportiva de la mujer y, aunque actualmente dichos prejuicios parecen carecer de sentido, las adolescentes suelen emplearlo como “excusa” para rechazar la realización de actividad física-deportiva. Sin embargo, esta identidad se encuentra plasmada en las ideas que subyacen en la sociedad, donde se reflejan las posibilidades y los papeles que ambos sexos deben desempeñar frente a la vida en general y frente a la actividad física en particular. En este sentido, según Acker (1994), sobre la pubertad y la menstruación ha existido una explicación muy tradicionalista que afirmaba que la actividad física y el deporte, sobre todo a partir de la pubertad, podían producir daños en su capacidad para la maternidad, además de que cambiaría su morfología masculinizándola. Igualmente, en la sociedad subyace la idea de que las mujeres son psicológicamente diferentes y tienen, por tanto, otros intereses, actitudes y motivaciones.

Por lo que respecta a la muestra experimental de este trabajo, estudiantes de ciencias del deporte, que practican deporte y son consideradas físicamente activas, estos aspectos no han tenido que ser considerados, aunque sí se han analizado los posibles cambios en la cantidad e intensidad de actividad física que podrían cambiar según el momento del ciclo menstrual.

Respecto a la investigación que se presenta en este trabajo, se encuentra limitada en algunos aspectos.

En primer lugar, las mediciones se llevaron a cabo en las tres principales fases del ciclo, donde los cambios hormonales son más importantes, asumiendo que existe un desglose aún mayor que divide el ciclo en cinco momentos, como se ha comentado anteriormente.

En segundo lugar, cabe destacar la importancia de verificar cada fase a través de un control hormonal (a través de la sangre o de la orina), para descartar posibles ciclos anovulatorios y para asegurar que realmente se está en la fase que se quiere evaluar. En un

principio, la muestra recogió la primera orina de la mañana, los días correspondiente a las mediciones. Estos niveles hormonales en orina finalmente no pudieron ser analizados, por lo que esta investigación carece de la verificación de fase por niveles hormonales. El estado ovulatorio se controló por cambios de temperatura interna del cuerpo a lo largo de todo el ciclo menstrual.

Respecto a la muestra, se presentaron voluntariamente 42 chicas, de las cuales sólo completaron las 3 mediciones 32 de ellas. El pequeño tamaño de la muestra no permite que los resultados sean lo suficientemente representativos, pero hay que señalar la dificultad que puede suponer a cada una de las participantes disponer de tiempo para acudir 3 veces en el mismo mes y realizar una serie de pruebas los días precisos.

A pesar de todo ello, es necesario señalar la amplia variación circadiana en la secreción de las hormonas en mujeres normales y las discrepancias en el momento de la prueba, que pueden contribuir a resultados contradictorios.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 17.0 para Windows, representándose los valores según su media \pm desviación estándar.

Se realizó la prueba de Kolmorov-Smirnov para comparar la normalidad de los datos; y el Test de Levene para asegurar la homogeneidad de la varianza. Puesto que las variables analizadas cumplían con los criterios de normalidad, y de homogeneidad de la varianza, se procedió a un análisis estadístico de los datos mediante pruebas paramétricas.

Para analizar las diferencias existentes entre diferentes fases, se utilizó la prueba de ANOVA de 1 vía, considerando como variable independiente las fases del ciclo menstrual, y las variables dependientes los diferentes parámetros estudiados. Se utilizó la prueba post-hoc de Bonferroni para estudiar las diferencias entre las diferentes fases del ciclo menstrual.

Se consideraron como diferencias significativas aquellas con una probabilidad de ser debidas al azar menor al 5% ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de los diferentes parámetros evaluados, organizados en función de las distintas pruebas empleadas.

Los valores vienen expresados en gráficos representando la media y la desviación estándar (SD).

Cada fase del ciclo menstrual está representada con diferentes siglas y colores: la Fase Menstrual: FM y en color rojo; la Fase Folicular: FF y en color azul; y la Fase Lútea: FL y en color verde.

Los resultados se presentan en el siguiente orden, en primer lugar aparecen los gráficos representativos seguidos de la descripción y explicación de los mismos. Posteriormente se muestran las tablas de significación inter-fases. En ellas se indica el nivel de significación (Sig) inter-fase realizadas a través de las pruebas Post Hoc. Se ha asignado un número a cada fase del ciclo menstrual, siendo el número 1 correspondiente a la fase menstrual, el 2 a la fase folicular y el número 3 a la fase lútea.

4.1. DATOS OBTENIDOS DE CUESTIONARIOS ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

4.1.1. DATOS DE LA CANTIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA

Gráfico 3.

Características de la cantidad de actividad física de la muestra a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto

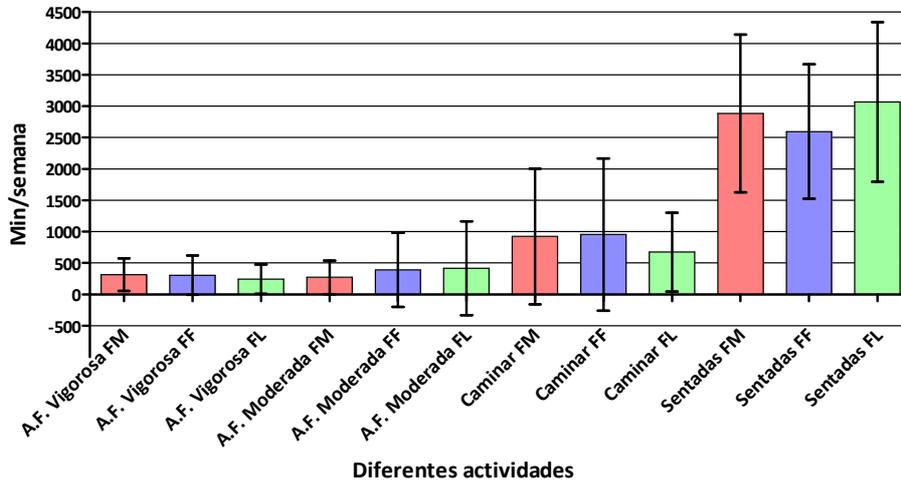


Gráfico 4.

MET-minutos/semanales de diferentes actividades físicas a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto

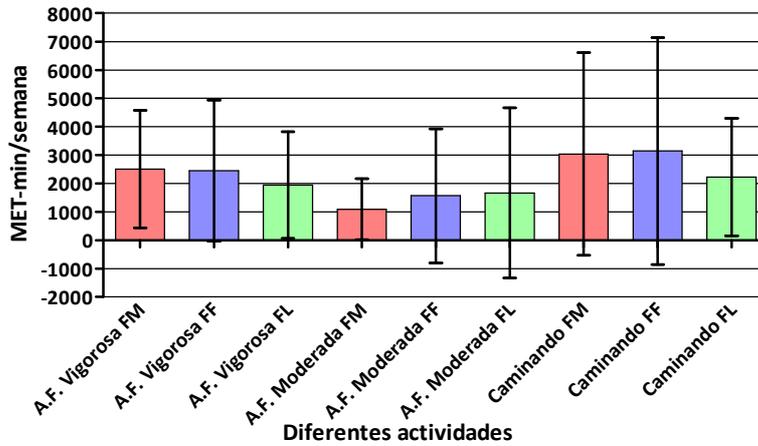
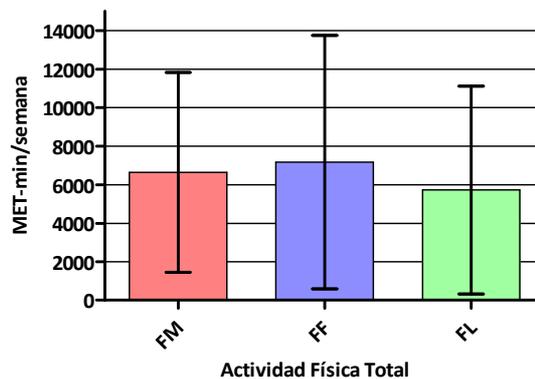


Gráfico 5.

MET-minutos/semanales de actividad física total a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto



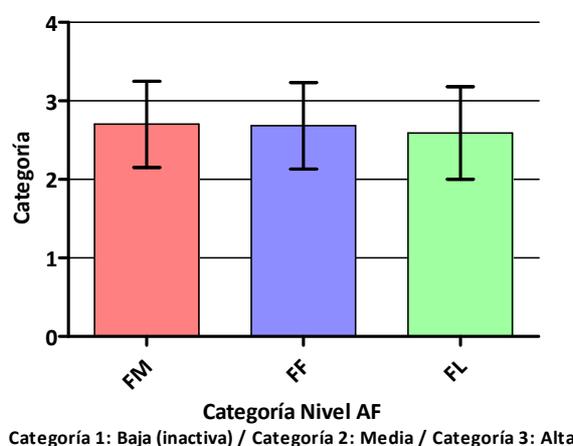
El tiempo dedicado para cada tipo de actividad física, caminando e incluso sentadas (Gráfico 3), no cambia de forma significativos entre cada fase del ciclo.

Los valores del Gráfico 4 representados en MET-minutos/semanales corresponden a los mismos valores analizados anteriormente, por lo que su comportamiento es el mismo.

Lo que resulta diferente son los MET-minutos/semanales de la actividad física total (sumatorio de las actividades físicas moderada, vigorosa y caminando) (Gráfico 5). En este caso, los datos también carecen de significación estadística.

Gráfico 6.

Categoría Nivel de AF a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto



El IPAQ corto permite a través de los MET-min/semanales categorizar a la muestra en tres categorías (Gráfico 6). La muestra experimental se encuentra en un nivel de actividad física Media-Alta, ya que la media de sus categorías supera en cada fase el 2,5, y sus cambios en las distintas fases no resultan significativos.

Tabla 5.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de las características de la cantidad de actividad física a lo largo del ciclo menstrual. IPAQ Corto.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
A.F. Vigorosa (min/semana)	1	1	1
AFV MET-min/semana	1	1	1
A.F. Moderada (min/semana)	1	1	1
AFM MET-min/semana	1	1	1
Caminar (min/semana)	1	0,555	1
Caminando MET-min/semana	1	1	1
AFT MET-min/semana	1	1	1
Categoría Nivel de AF	1	1	1
Sentadas (min/semana)	1	1	1

AFV: Actividad Física Vigorosa / AFM: Actividad Física Moderada / AFT: Actividad Física Total

4.1.2. DATOS DE CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD

Gráfico 7.

Comparación del Estado de Salud respecto a la fase anterior del ciclo menstrual. Test EQ-5D.

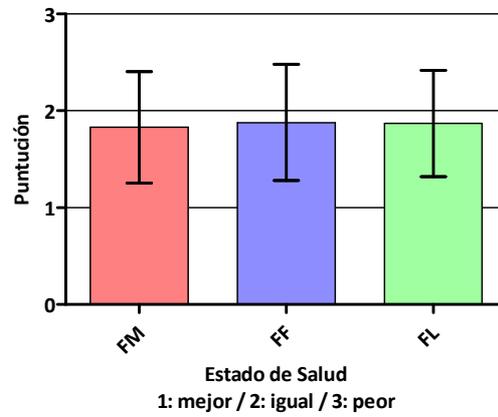
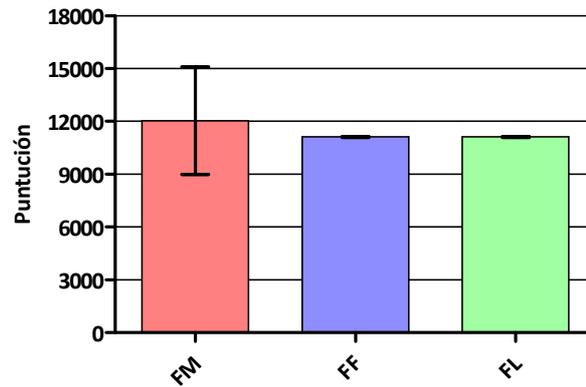


Gráfico 8.

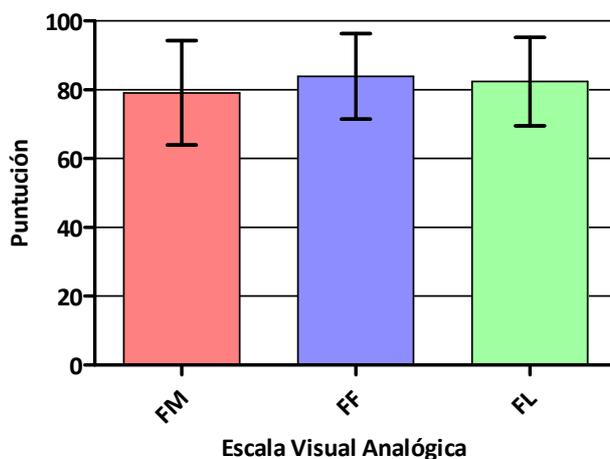
Estado de Salud de cinco dimensiones en cada fase del ciclo menstrual. Test EQ-5D.



Movilidad, cuidado personal, actividad cotidiana, dolor/malestar y ansiedad/depresión

Gráfico 9.

Estado de Salud por EVA (0-100) en cada fase del ciclo menstrual. Test EQ-5D.



Los resultados obtenidos del cuestionario de evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud, EuroQol-5D (EQ-5D), y representados en los Gráficos 7, 8 y 9, no muestra cambios estadísticamente significativos a lo largo del ciclo.

El Gráfico 7 representa la comparativa del estado de salud percibido en cada fase, donde los valores hacen referencia respecto a la fase anterior: los próximos a 1 aluden a estados de salud mejores, el 2 significa que se encuentran igual y 3 que perciben peor estado de salud.

En cuanto al estado de salud “hoy” correspondiente al día de medición en cada fase (Gráfico 8), el número obtenido de 5 cifras cada una de ellas corresponde a un parámetro distinto: movilidad, cuidado personal, actividad cotidiana, dolor/malestar y ansiedad/depresión. La asignación de los valores: 1 corresponde a muchos problemas, 2 algunos problemas y 3 a muchos problemas. Según este código, las opciones son múltiples para cada sujeto en cada fase, por ello, la media de los valores nos orienta a cómo se sienten en general en cada fase.

Los datos obtenidos a través de la Escala Visual Analógica (EVA) de 0-100 (Gráfico 9), siendo 0 el peor estado de salud y 100 el mejor, no varían lo suficiente como para ser considerados estadísticamente significativos.

Tabla 6.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de parámetros de la calidad de vida relacionada con la salud a lo largo del ciclo menstrual. Test de EQ-5D.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Comparación del estado de salud de la última fase, hoy es:	1	1	1
Estado de Salud de hoy	0,211	1	0,228
Estado de Salud por EVA	0,695	1	1

Gráfico 10.

Perfil de Salud de Nottingham a lo largo del ciclo menstrual (0-100). Test de NHP.

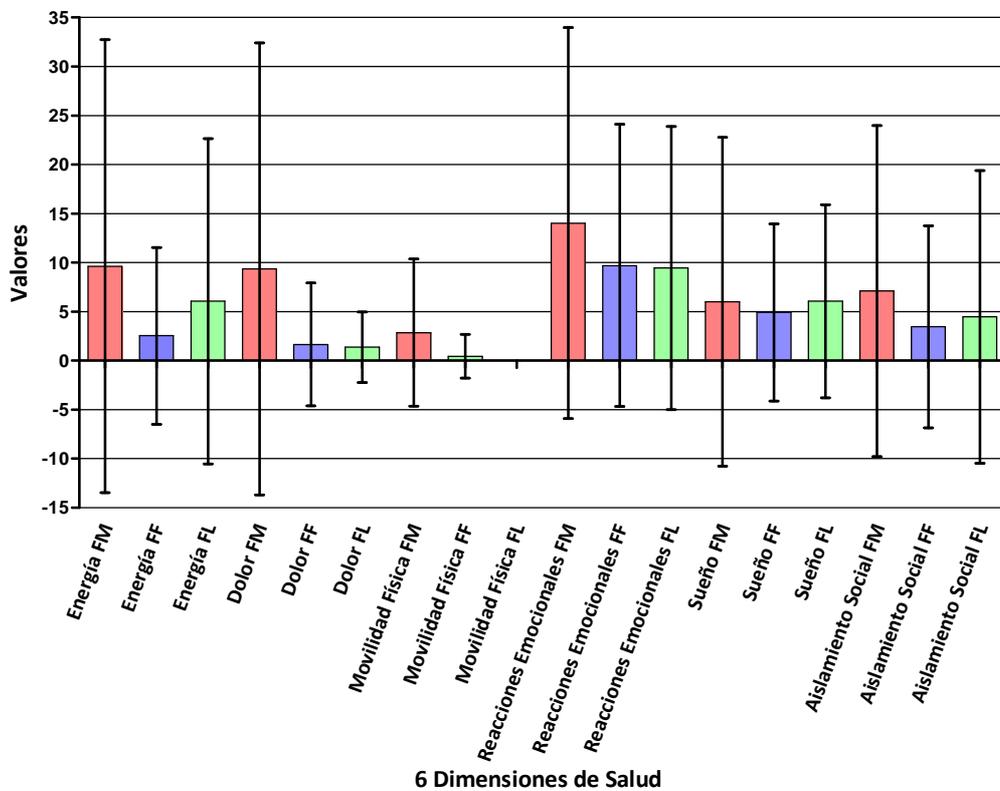


Gráfico 11.

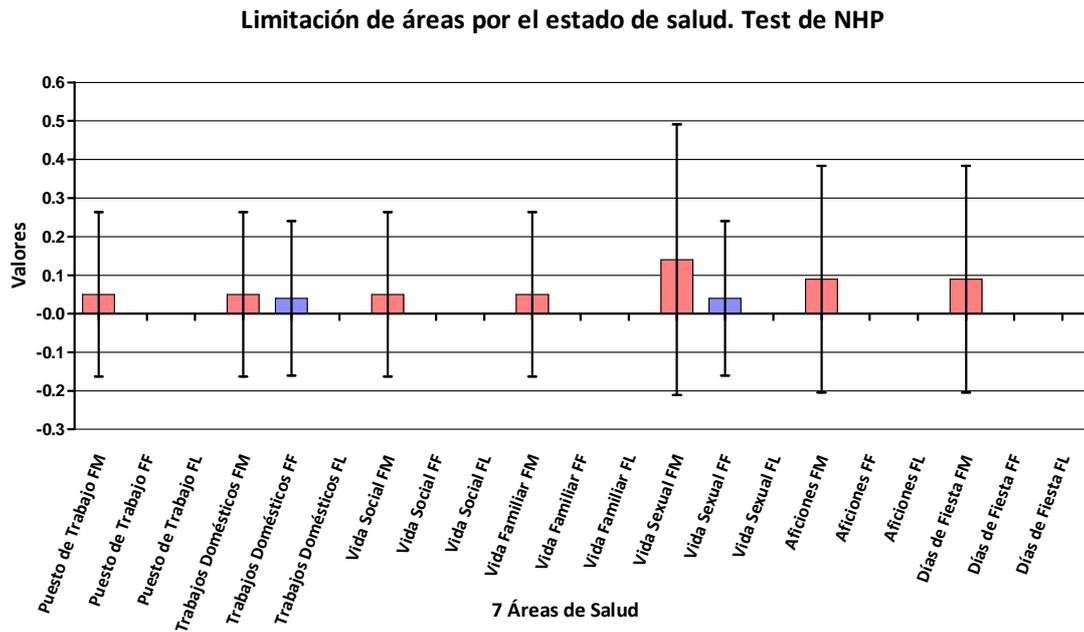
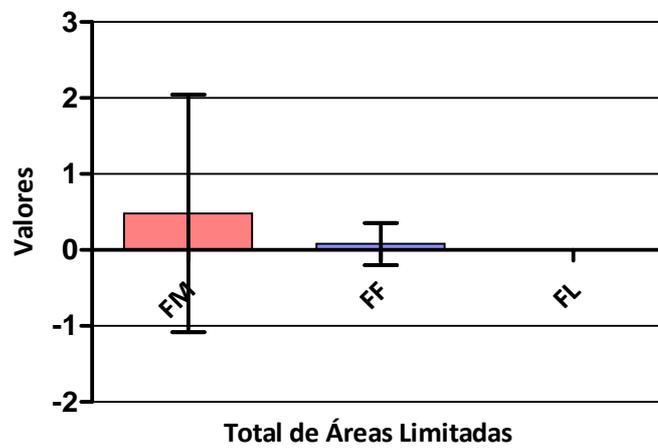


Gráfico 12.

Nº de Áreas Limitadas por el estado de salud (0-7). Test NHP



Respecto a las dos partes que forman el Perfil de Salud de Nottingham, test de NHP, ninguna mostró cambios significativos en el ciclo menstrual.

La primera parte reflejada en el Gráfico 10, explora 6 dimensiones de salud: energía, dolor, movilidad física, reacciones emocionales, sueño y aislamiento social; mientras que la segunda parte (Gráfico 11) consta de 7 preguntas sobre la existencia de limitaciones, a causa de su salud, en 7 actividades funcionales de la vida diaria.

Y el Gráfico 12, con el total de áreas limitadas, tampoco varía significativamente en el ciclo.

Tabla 7.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de parámetros sobre el Perfil de Salud de Nottingham a lo largo del ciclo menstrual. Test de NHP.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Energía (0-100)	0,46	1	1
Dolor (0-100)	0,17	1	0,159
Movilidad Física (0-100)	0,201	1	0,102
Reacciones Emocionales (0-100)	1	1	1
Sueño (0-100)	1	1	1
Aislamiento Social (0-100)	1	1	1
Área Puesto de Trabajo	0,591	1	0,618
Área Trabajos Domésticos	1	1	1
Área Vida Social	0,591	1	0,618
Área Vida Familiar	0,591	1	0,618
Área Vida Sexual	0,47	1	0,153
Área Aficiones	0,19	1	0,206
Área Días de Fiesta	0,19	1	0,206
Nº de Áreas Limitadas por el estado de salud (0-7)	0,396	1	0,232

Gráfico 13.

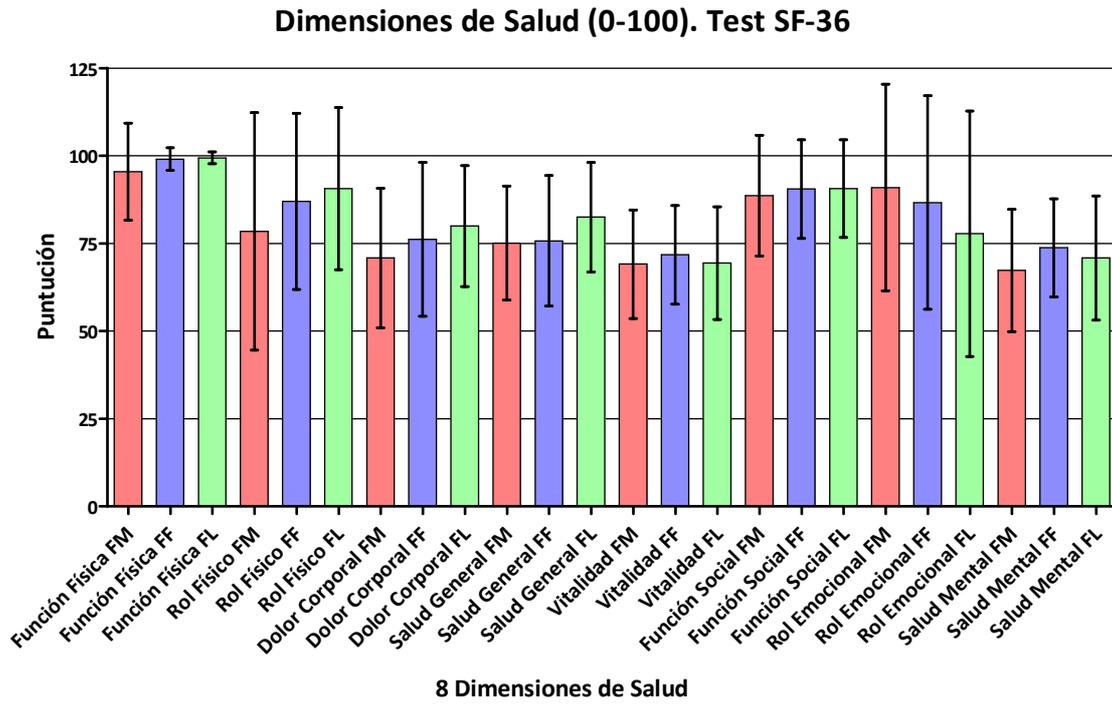
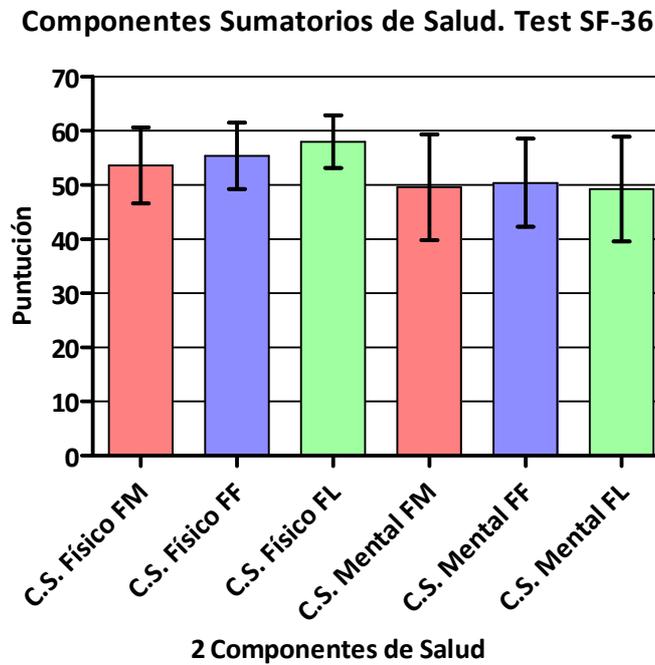


Gráfico 14.



Respecto al cuestionario SF-36, los resultados de las 8 dimensiones (Gráfico 13) y los sumatorios de los componentes físico y mental (Gráfico 14), no varían a lo largo del ciclo menstrual. Los valores oscilan de 0 a 100, siendo los más altos, mejores estados de salud.

Si se compara con las medias y desviación estándar en la población general española (Ayuso-Mateos, Lasa, Vázquez-Barquero, Oviedo y Díez-Manrique, 1999) el rol físico, la salud mental, el dolor y la función social se sitúan por debajo de la media española ($91,1 \pm 25,7$; $77,7 \pm 17,3$; $96 \pm 14,1$, respectivamente), mientras que la función física se encuentra por encima de la media ($94,4 \pm 12,8$). En cuanto al rol emocional, en la menstruación es superior a la media ($90,1 \pm 26$), pero inferior en la folicular y lútea. La vitalidad se sitúa por encima en la fase folicular, pero en la menstrual y lútea muy ligeramente por debajo de la media española ($69,9 \pm 18,4$). En la salud general, el comportamiento es diferente, en la fase lútea está por encima, y en la menstrual y folicular por debajo ($80 \pm 18,8$).

Tabla 8.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de salud del Cuestionario SF-36v1 a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Función Física	0,397	1	0,3
Rol Físico	0,869	1	0,412
Dolor	1	1	0,367
Salud General	1	0,497	0,429
Vitalidad	1	1	1
Función Social	1	1	1
Rol Emocional	1	0,992	0,497
Salud Mental	0,542	1	1
Componente Sumatorio Físico	0,972	0,405	0,051
Componente Sumatorio Mental	1	1	1

4.2. DATOS REFERENTES A LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Gráfico 15.

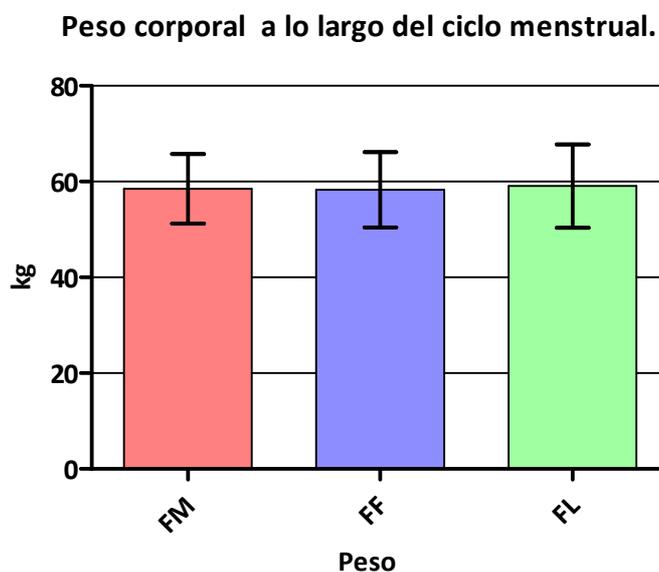
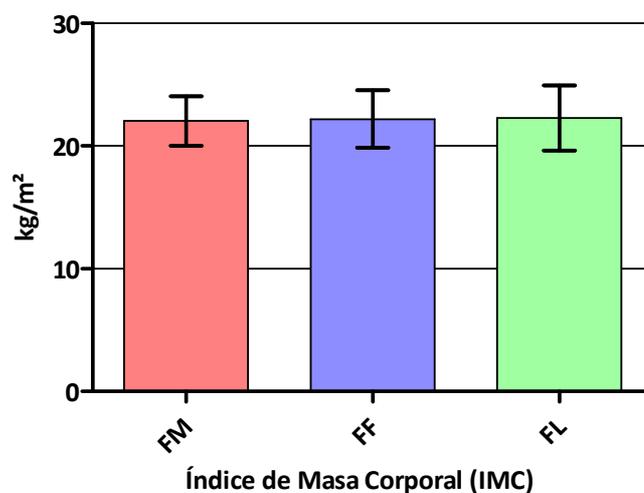


Gráfico 16.

Índice de masa corporal a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.



Los resultados en relación al peso (Gráfico 15), IMC (Gráfico 16) se presentan sin cambios estadísticamente significativos en las diferentes fases del ciclo menstrual.

Tabla 9.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase del peso e IMC a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Peso (kg)	1	1	1
Índice de Masa Corporal (IMC) (kg/m ²)	1	1	1

Gráfico 17.

Composición corporal en kg a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.

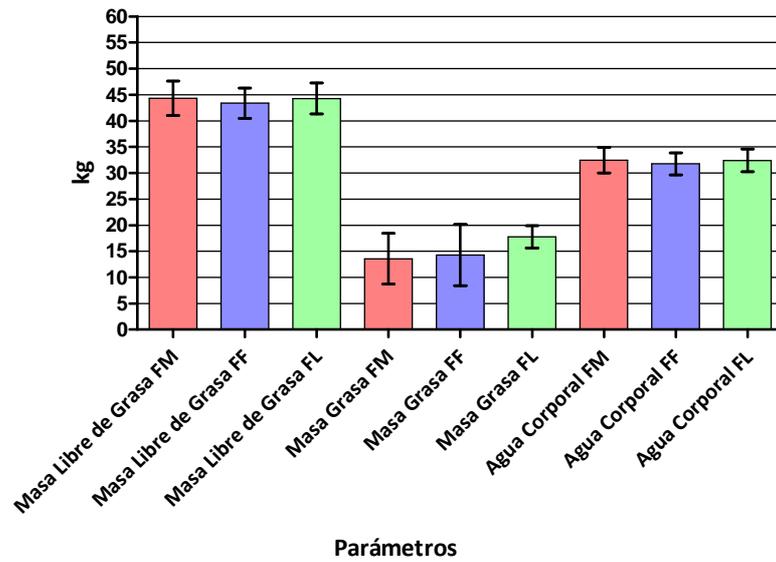
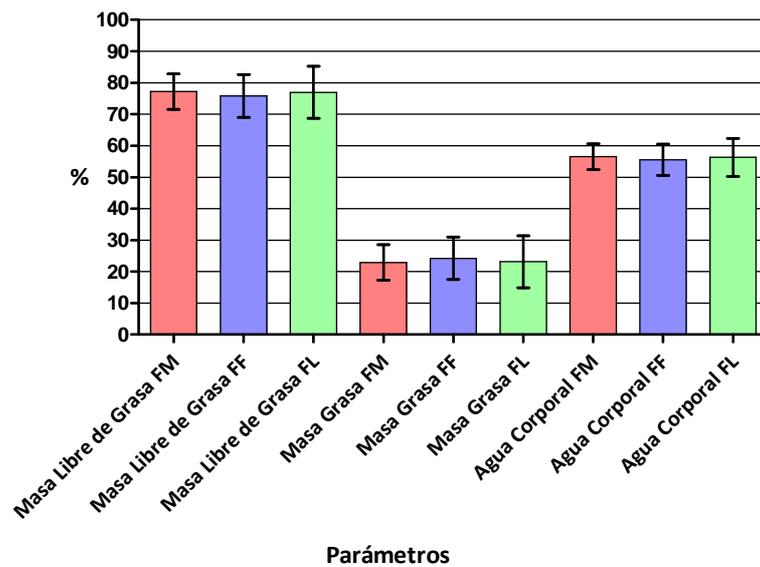


Gráfico 18.

Composición corporal en % a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.



La composición corporal expresada en kg (Gráfico 17) y en porcentajes (Gráfico 18), carecen de variaciones estadísticamente significativas a lo largo del ciclo menstrual.

Tabla 10.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de la composición corporal a través de la bioimpedancia a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Masa Libre de Grasa (kg)	0,814	0,871	1
Masa Libre de Grasa (%)	1	1	1
Masa Grasa (kg)	1	0,921	0,665
Masa Grasa (%)	1	1	1
Agua Corporal (kg)	0,808	0,885	1
Agua Corporal (%)	1	1	1

4.3. DATOS REFERENTES A PARÁMETROS CARDIORRESPIRATORIOS EN REPOSO

4.3.1. DATOS DE TENSIÓN ARTERIAL Y FRECUENCIA CARDIACA

Gráfico 19.

Tensión Arterial (TA) a lo largo del ciclo menstrual.

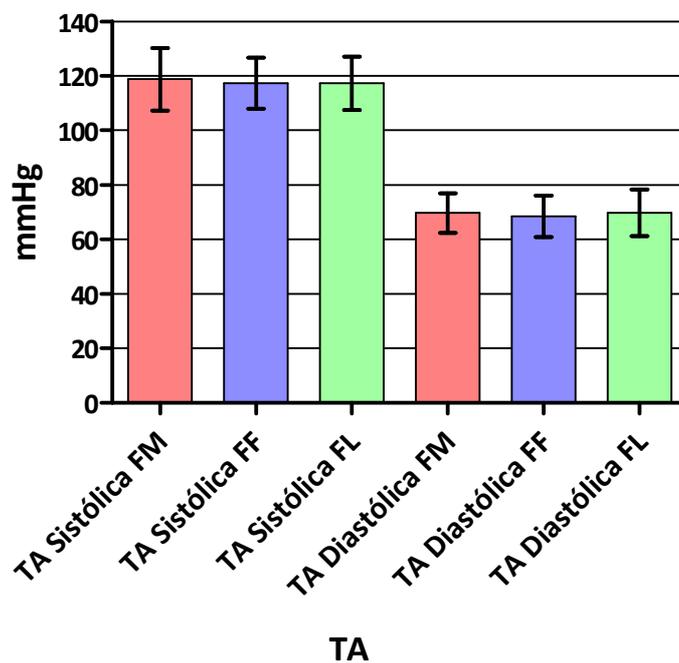
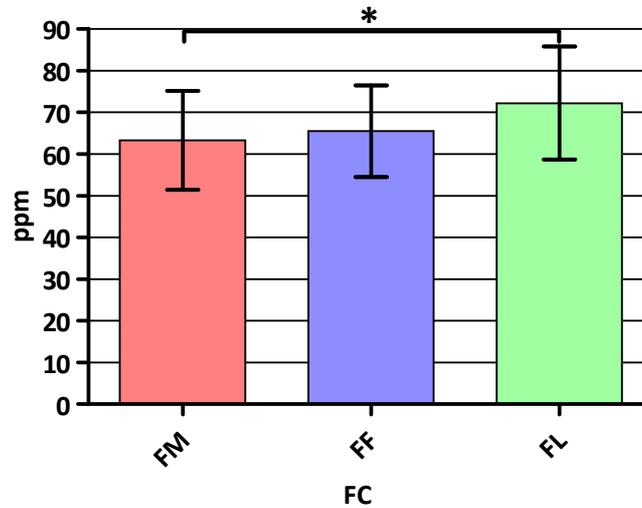


Gráfico 20.

Frecuencia Cardíaca (FC) a lo largo del ciclo menstrual.



* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase menstrual y la fase lútea.

En relación a los resultados de los parámetros cardiovasculares en reposo, mientras que las tensiones arteriales (Gráfico 19) no se observan variaciones significativas, la FC (Gráfico 20) cambia de forma significativa a lo largo de las diferentes fases del ciclo menstrual.

La FC en reposo como muestra el Gráfico 20, sufre cambios estadísticamente significativos ($p < 0,05$) entre la fase menstrual y la lútea. Este parámetro evoluciona a lo largo del ciclo menstrual con un incremento progresivo, desde la fase menstrual con 63 ppm, aumentando a 65 ppm en la fase folicular, para terminar en la fase lútea con un incremento aún mayor, con 72 ppm.

Tabla 11.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros cardiovasculares en reposo a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Tensión Arterial Sistólica (mmHg)	1	1	1
Tensión Arterial Diastólica (mmHg)	1	1	1
Frecuencia Cardíaca (ppm)*	1	0,132	0,027*

* $p < 0,05$ en comparación entre la fase menstrual y la fase lútea.

4.3.2. DATOS DE ESPIROMETRÍA BASAL

Gráfico 21.

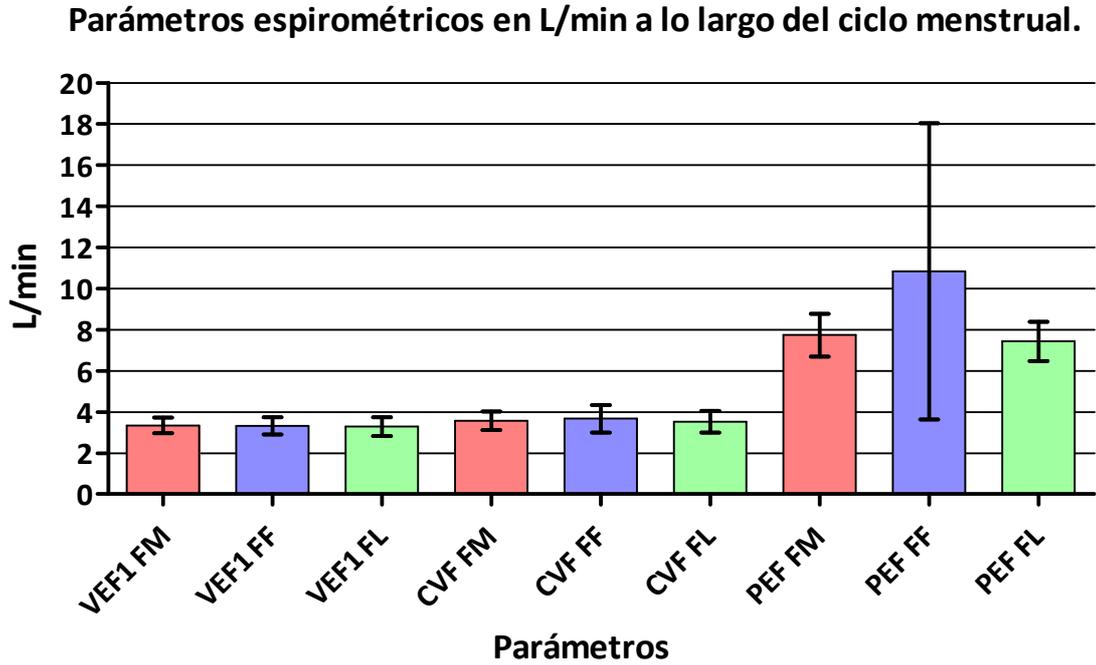


Gráfico 22.

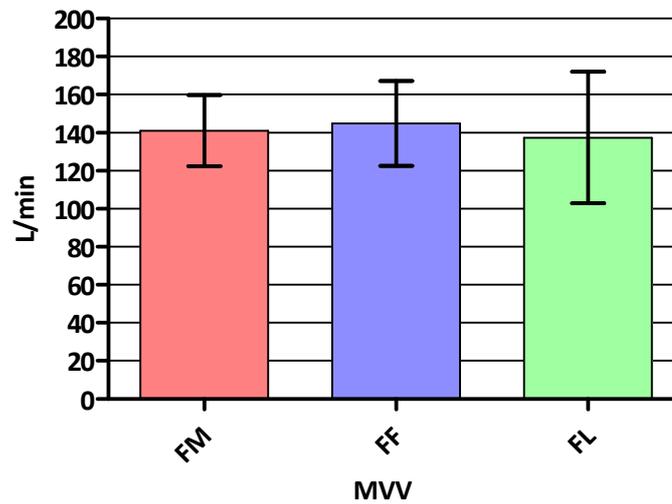
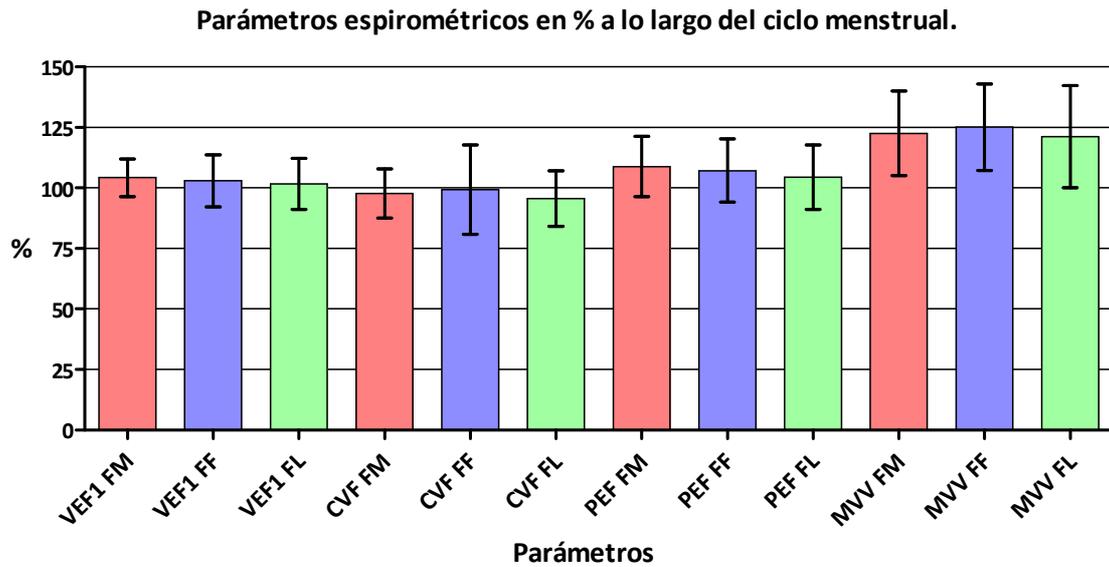
Ventilación Voluntaria Máxima (MVV) en L/min a lo largo del ciclo menstrual

Gráfico 23.



Respecto a los datos obtenidos de la espirometría basal expresados en L/min (Gráficos 21 y 22), y en porcentajes (Gráfico 23), no varían lo suficiente a lo largo del ciclo menstrual como para ser considerados estadísticamente significativos.

Tabla 12.

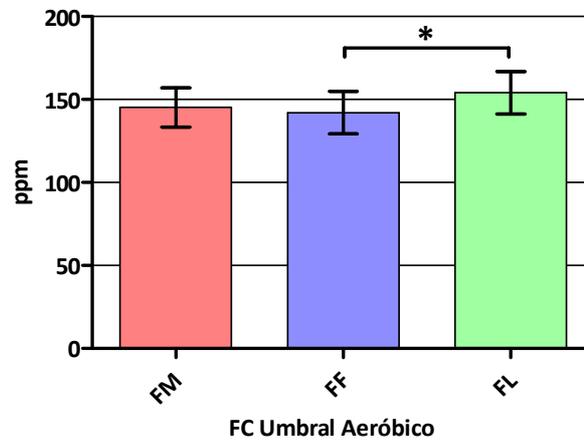
Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros espirométricos a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
VEF1 (L/min)	1	1	1
VEF1 (%)	1	1	1
CVF (L/min)	1	1	1
CVF (%)	1	1	1
PEF (L/min)	0,795	0,652	1
PEF (%)	1	1	0,67
MVV (L/min)	1	0,88	1
MVV (%)	1	1	1

4.4. DATOS REFERENTES A PARÁMETROS CARDIORRESPIRATORIOS EN ESFUERZO

Gráfico 24.

FC en el Umbral Aeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.



* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase folicular y la fase lútea.

Gráfico 25.

VO_2 en el Umbral Aeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

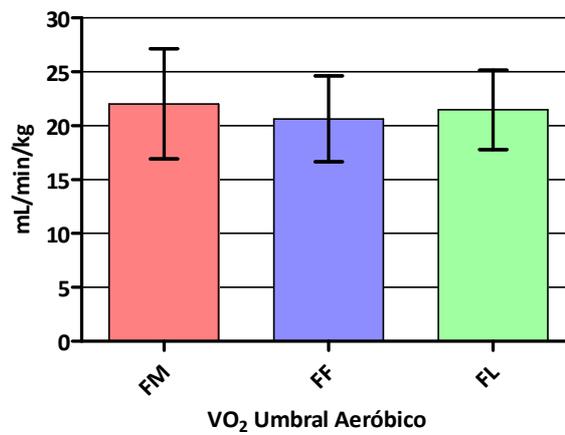


Gráfico 26.

Porcentaje del VO_2 máx en el Umbral Aeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

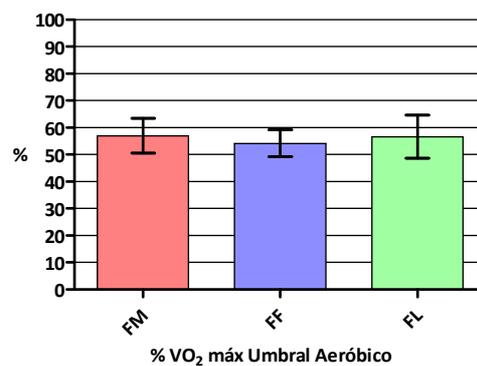
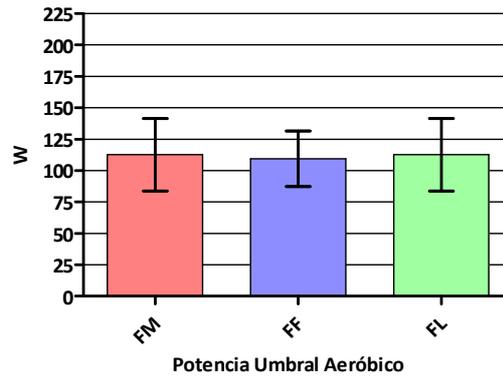


Gráfico 27.

Potencia alcanzada en el Umbral Aeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.



La descripción de los resultados cardiorrespiratorios en esfuerzo y de potencia obtenidos en la prueba de esfuerzo máxima en cicloergómetro, se analizarán siguiendo el siguiente orden. Se describen los distintos parámetros en primer lugar los correspondientes al umbral aeróbico, después los del umbral anaeróbico, seguidos de los datos al final, los máximos y finalmente los pertenecientes a los 3 minutos de recuperación pasiva. En segundo lugar y para analizar el comportamiento de cada parámetro en los diferentes momentos de la prueba de esfuerzo, se mostrará la evolución de cada uno de ellos.

Los resultados del Umbral Aeróbico se muestran: en el Gráfico 24 la FC; en el Gráfico 25 el VO_2 ; el $\%VO_2$ máx en el Gráfico 26 y la potencia en el Gráfico 27. De todos estos valores, la FC es la única que muestra un cambio estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en la comparativa en las distintas fases del ciclo menstrual, siendo más alta en la fase lútea y la más baja en la fase folicular.

Tabla 13.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros submáximos en el umbral aeróbico a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

Parámetros del Umbral Aeróbico	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
FC (ppm)*	1	0,034*	0,167
VO_2 (mL/min/kg)	1	1	1
$\% VO_2$ máx	0,693	0,865	1
Potencia (W)	1	1	1

* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase folicular y la fase lútea.

Gráfico 28.

FC en el Umbral Anaeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

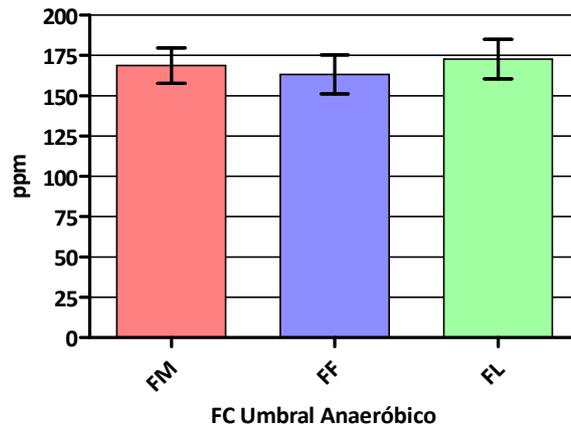


Gráfico 29.

VO₂ en el Umbral Anaeróbico de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

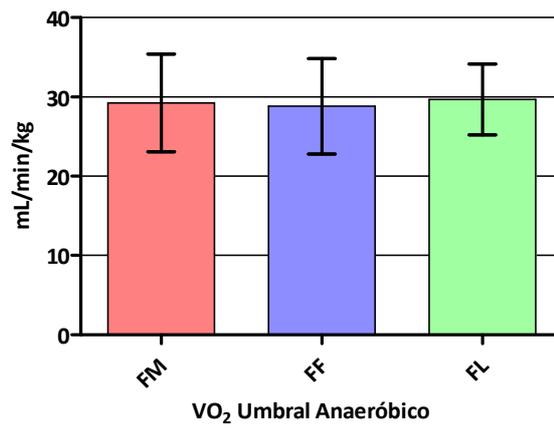


Gráfico 30.

Porcentaje del VO₂ máx en el Umbral Anaeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

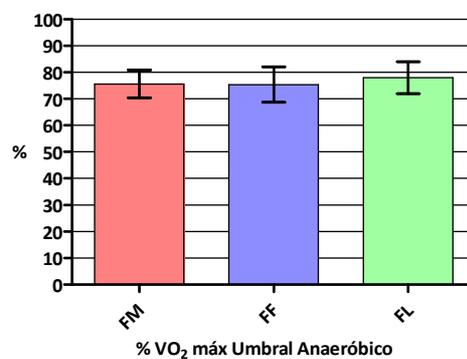
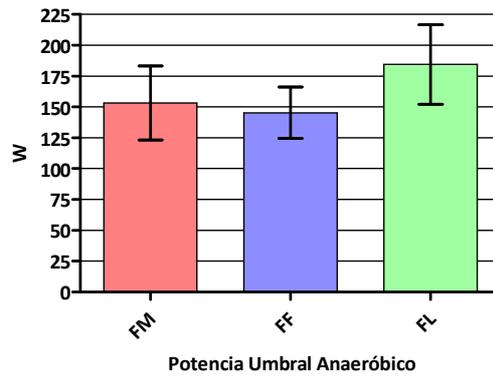


Gráfico 31.

Potencia alcanzada en el Umbral Anaeróbico en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.



Respecto al Umbral Anaeróbico (Gráficos 28-31), ninguno de los parámetros analizados cambian lo suficiente en el ciclo menstrual para ser considerados significativos.

Tabla 14.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros submáximos en el umbral anaeróbico a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

Parámetros Umbral Anaeróbico	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
FC (ppm)	0,636	0,093	1
VO ₂ (mL/min/kg)	1	1	1
% VO ₂ máx	1	0,653	0,807
Potencia (W)	1	1	1

Gráfico 32.

FC al final de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

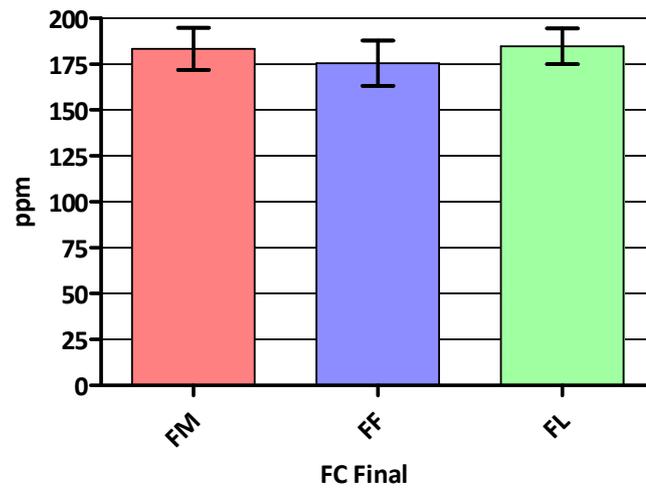


Gráfico 33.

VO₂ al final de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

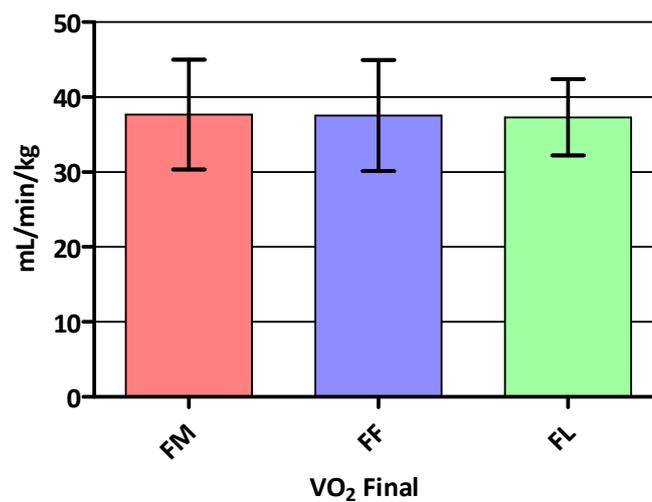


Gráfico 34.

Porcentaje del VO₂ máx al final en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

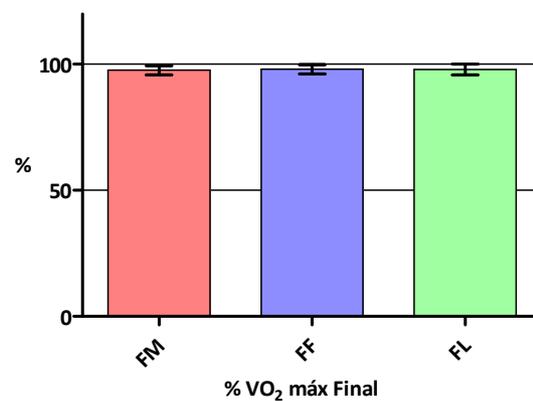
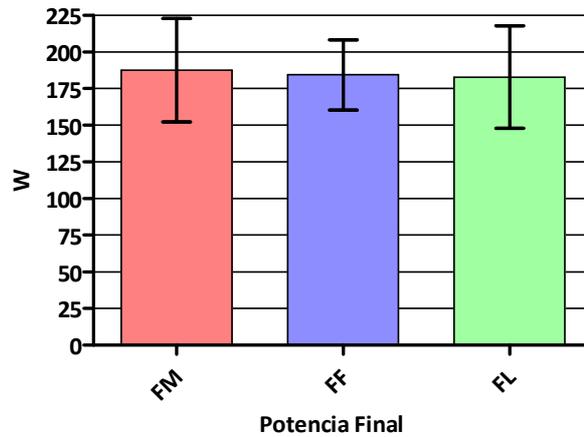


Gráfico 35.

Potencia alcanzada al final de la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.



Los resultados finales de la prueba de esfuerzo (Gráficos 32-35), no varían significativamente a lo largo del ciclo menstrual.

Tabla 15.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros máximos al final de la prueba a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

Parámetros al Final	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
FC (ppm)	0,185	0,083	1
VO ₂ (mL/min/kg)	1	1	1
% VO ₂ máx	1	1	1
Potencia (W)	1	1	1

Gráfico 36.

FC a los 3 minutos de recuperación en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

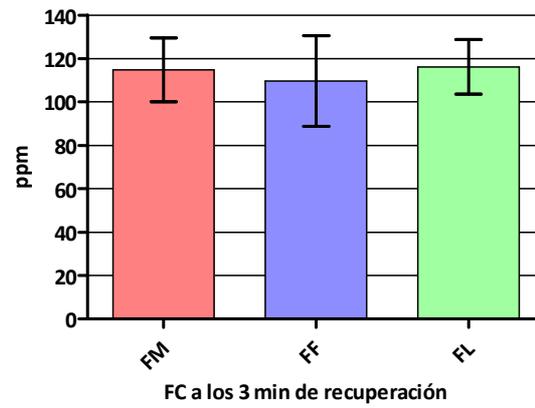


Gráfico 37.

VO₂ a los 3 minutos de recuperación en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

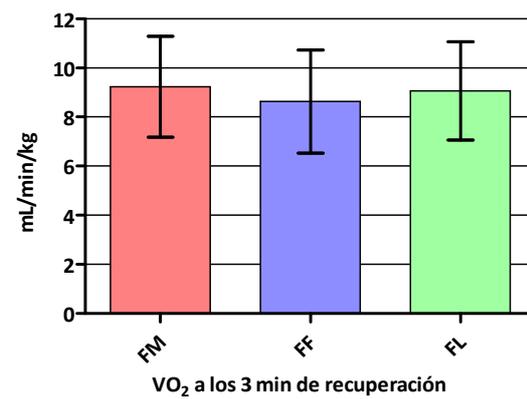
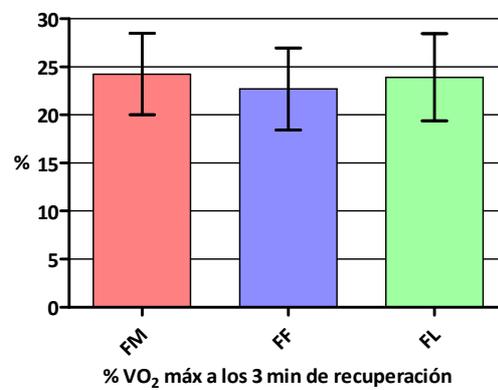


Gráfico 38.

Porcentaje del VO₂ máx a los 3 minutos en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.



Los resultados correspondientes a los 3 minutos de recuperación representados en los Gráficos 36, 37 y 38 sobre FC, VO₂ y %VO₂ máx, respectivamente, tampoco muestran cambios estadísticamente significativos.

Tabla 16.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros a los 3 minutos de recuperación a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

Parámetros a los 3 min recuperación	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
FC (ppm)	1	0,803	1
VO ₂ (mL/min/kg)	1	1	1
% VO ₂ máx	0,987	1	1

Gráfico 39.

FC máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

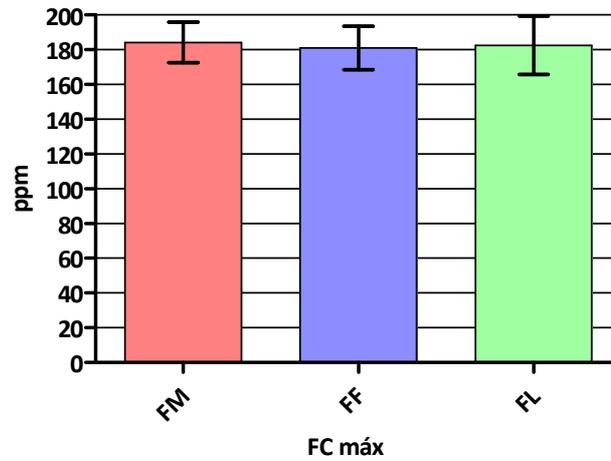


Gráfico 40.

VO₂ máximo alcanzado en la prueba de esfuerzo a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

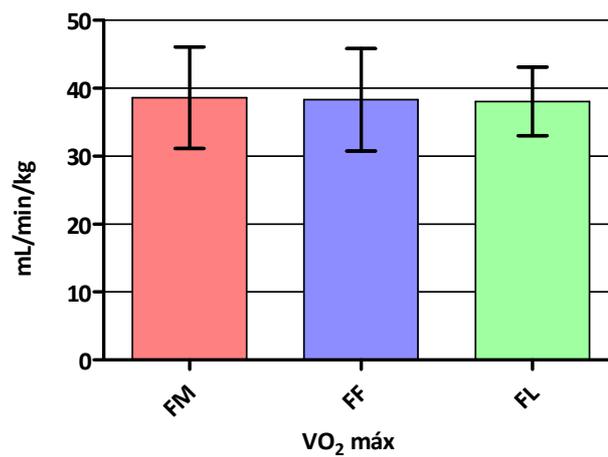
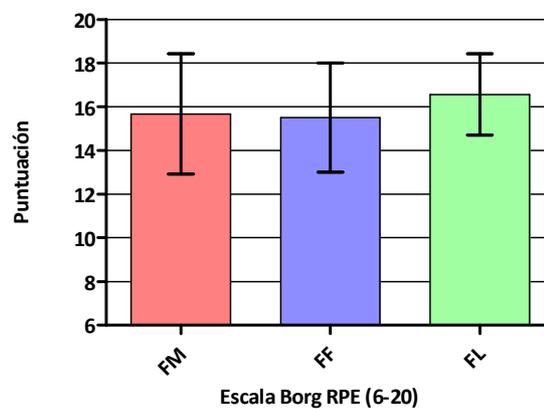


Gráfico 41.

Percepción del Esfuerzo Borg RPE al final de la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.



Los Gráficos 39 y 40 muestran los resultados máximos registrados en la prueba de esfuerzo, en los cuales no aparecen cambios estadísticamente significativos entre las tres fases del ciclo.

Los resultados de la percepción subjetiva de esfuerzo realizado al finalizar la prueba de esfuerzo máxima (Gráfico 41), tampoco varía significativamente en el ciclo menstrual.

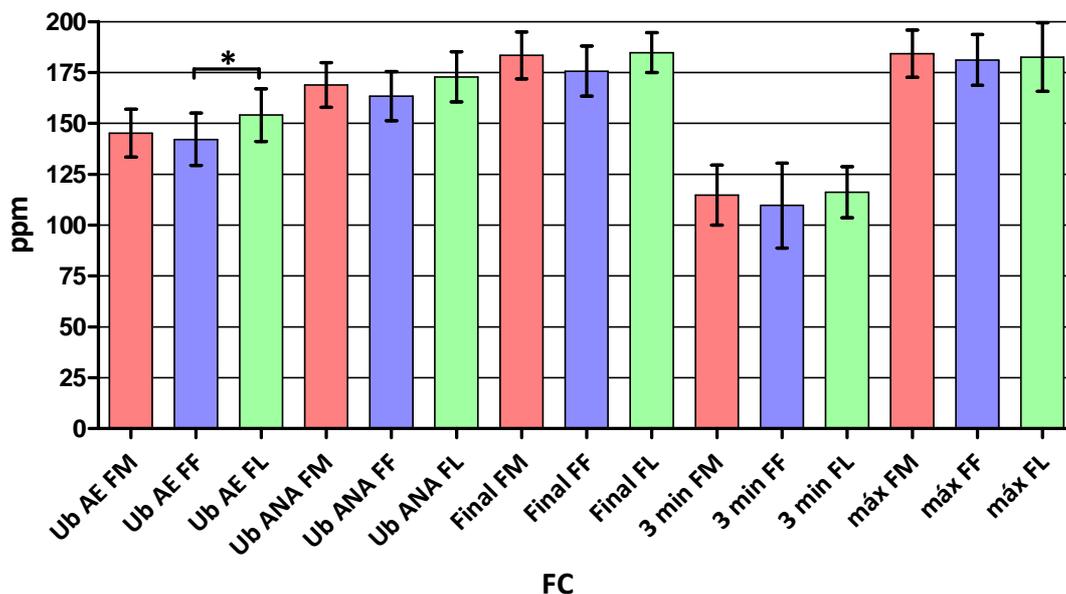
Tabla 17.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros máximos a lo largo de las fases del ciclo menstrual.

Parámetros		Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Valores máximos	FC máx. (ppm)	1	1	1
	VO ₂ máx. (mL/min/kg)	1	1	1
Escala Borg RPE (6 – 20)		1	0,651	0,914

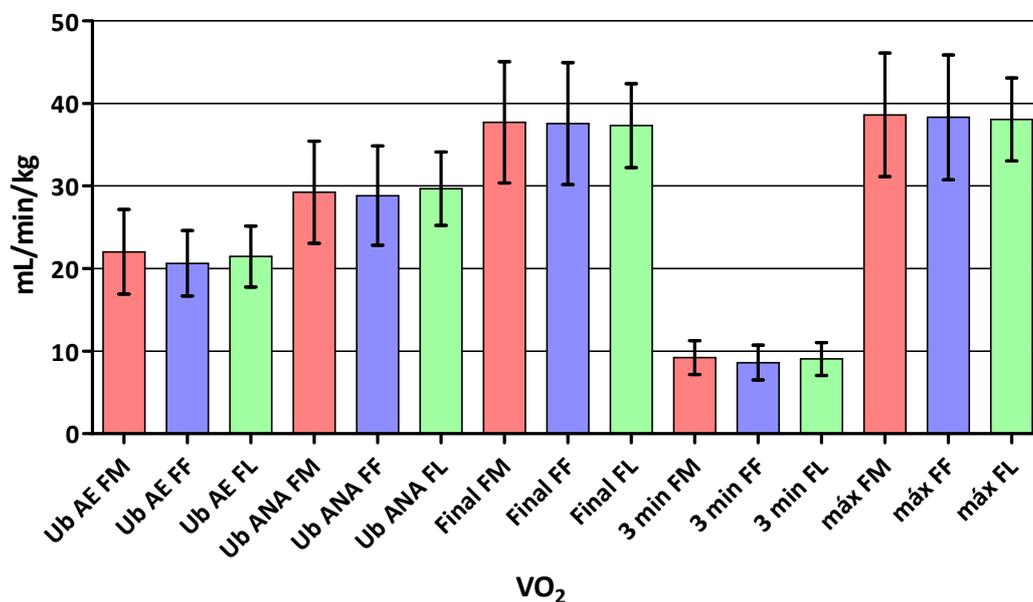
Gráfico 42.

Evolución de la FC en la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.



* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase folicular y la fase lútea.

Gráfico 43.

Evolución del VO_2 en la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.

El Gráfico 42 sobre la evolución de la FC en las distintas zonas registradas durante la prueba de esfuerzo muestra los valores más altos en la fase lútea, y los más bajos en la fase folicular, siendo estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en el umbral aeróbico.

Los VO_2 obtenidos en los diferentes momentos de la prueba de esfuerzo (Gráfico 43), no varían significativamente a lo largo del ciclo menstrual.

Gráfico 44.

Evolución del % VO₂ máx en la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.

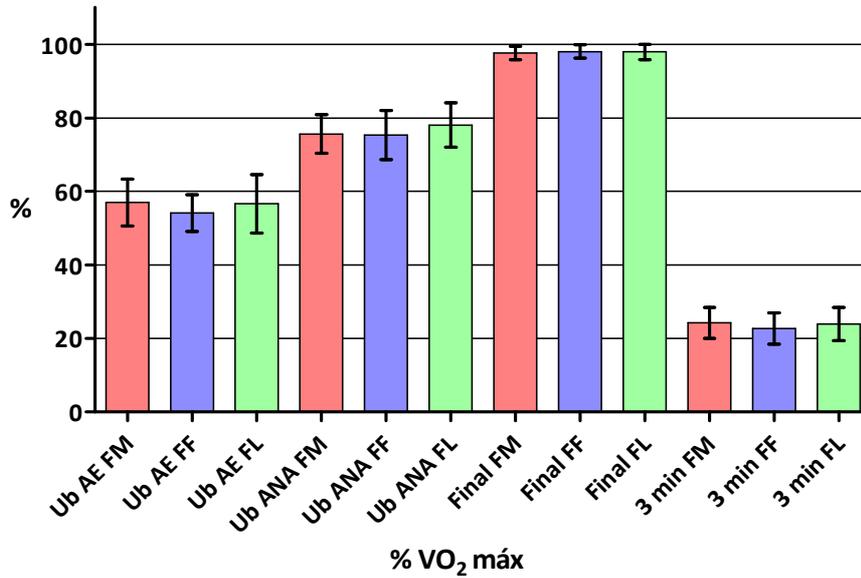
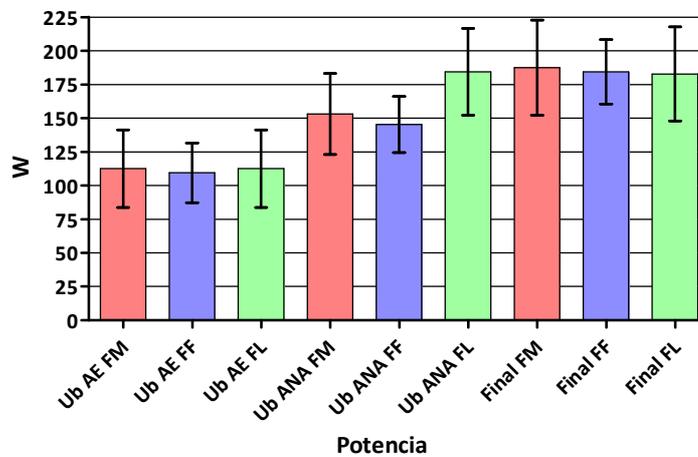


Gráfico 45.

Evolución de la Potencia desarrollada durante la prueba de esfuerzo máxima a lo largo del ciclo menstrual.



Respecto a la evolución del %VO₂ máx reflejada en el Gráfico 44, no cambia en el ciclo menstrual.

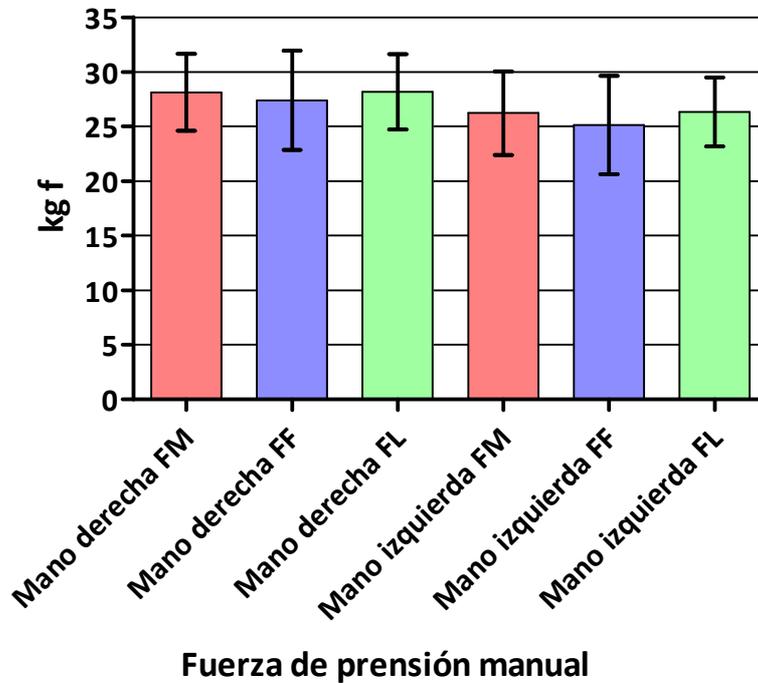
La potencia desarrollada en las pruebas de esfuerzo realizadas en las distintas fases del ciclo menstrual (Gráfico 45), tampoco varía lo suficiente como para alcanzar la significación estadística.

4.5. DATOS REFERENTES A LA CONDICIÓN FÍSICA

4.5.1. DATOS DE FUERZA DE PRENSIÓN MANUAL

Gráfico 46.

Parámetros fuerza manual a lo largo del ciclo menstrual.



Los resultados de la fuerza de prensión manual en ambas manos (Gráfico 46), no sufren variaciones significativas en todo el ciclo menstrual.

Tabla 18.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de fuerza manual a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Fuerza prensión manual derecha (kg f)	1	1	1
Fuerza prensión manual izquierda (kg f)	0,924	0,781	1

4.5.2. DATOS DE FUERZA DEL TREN INFERIOR

La leyenda de los siguientes gráficos (Gráficos 47, 48 y 49) se muestra en la página siguiente.

Gráfico 47.

Niveles de torque en diferentes pruebas del tren inferior a lo largo del ciclo menstrual.

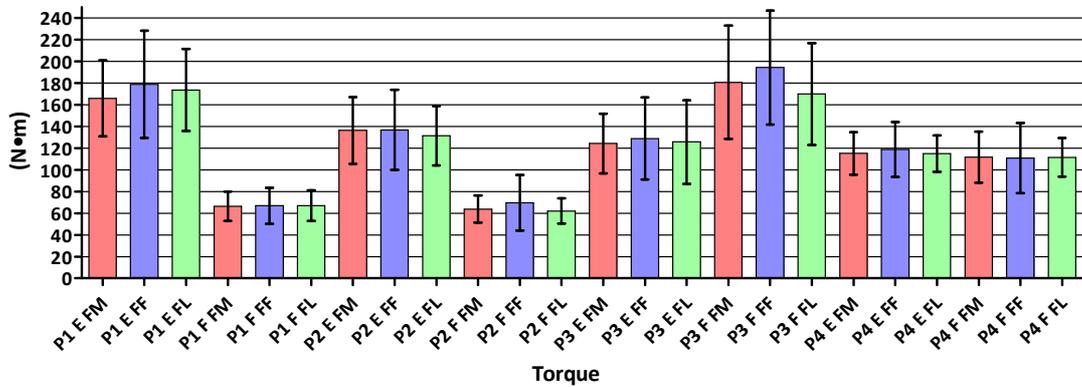


Gráfico 48.

Niveles de trabajo en diferentes pruebas del tren inferior a lo largo del ciclo menstrual.

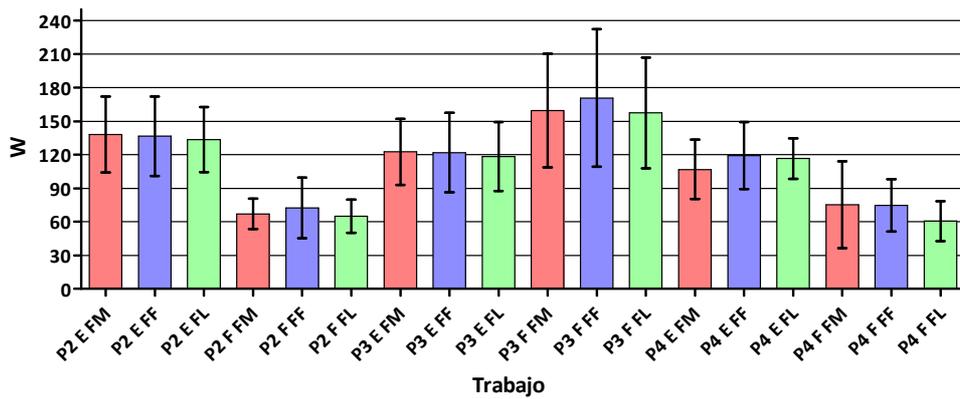
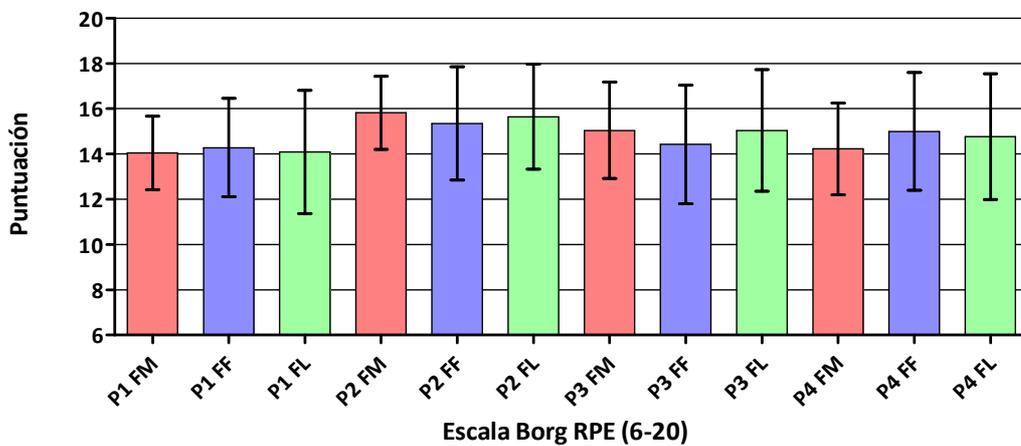


Gráfico 49.

Percepción del Esfuerzo Borg RPE al final de cada prueba en isocinético lo largo del ciclo menstrual.



En relación a la fuerza del tren inferior, los resultados de torque (Gráfico 47) y trabajo (Gráfico 48) en las cuatro pruebas en el isocinético, no se alteran en función de las fases del ciclo.

En cuanto al Gráfico 49 sobre las percepciones de esfuerzo al finalizar cada prueba, tampoco sufren cambios estadísticamente significativos en el ciclo de la mujer.

Tabla 19.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de la fuerza del tren inferior a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Torque P1 E	0,929	1	1
Torque P1 F	1	1	1
Borg P1	1	1	1
Torque P2 E	1	1	1
Trabajo P2 E	1	0,632	1
Torque P2 F	0,832	0,478	1
Trabajo P2 F	1	1	1
Borg P2	1	1	1
Torque P3 E	1	1	1
Trabajo P3 E	1	1	1
Torque P3 F	1	0,396	1
Trabajo P3 F	1	1	1
Borg P3	1	1	1
Torque P4 E	1	1	1
Trabajo P4 E	0,336	1	0,619
Torque P4 F	1	1	1
Trabajo P4 F	1	0,320	0,263
Borg P4	0,938	1	1

P1: Prueba 1

Torque P1 E: el mejor torque isométrico en extensión en 3 repeticiones isométricas.

Torque P1 F: el mejor torque isométrico en flexión en 3 repeticiones isométricas.

Borg P1: percepción del esfuerzo realizado en la prueba 1.

P2: Prueba 2

Torque P2 E: el mejor torque concéntrico en extensión en 3x60 con/con.

Trabajo P2 E: el mejor trabajo concéntrico en extensión en 3x60 con/con.

Torque P2 F: el mejor torque concéntrico en flexión en 3x60 con/con.

Trabajo P2 F: el mejor trabajo concéntrico en flexión en 3x60 con/con.

Borg P2: percepción del esfuerzo realizado en la prueba 2.

P3: Prueba 3

Torque P3 E: el mejor torque concéntrico en extensión en 3x60 con/exc.

Trabajo P3 E: el mejor trabajo concéntrico en extensión en 3x60 con/exc.

Torque P3 F: el mejor torque excéntrico en flexión en 3x60 con/exc.

Trabajo P3 F: el mejor trabajo excéntrico en flexión en 3x60 con/exc.

Borg P3: percepción del esfuerzo realizado en la prueba 3.

P4: Prueba 4

Torque P4 E: el mejor torque excéntrico en extensión en 3x60 exc/con.

Trabajo P4 E: el mejor trabajo excéntrico en extensión en 3x60 exc/con.

Torque P4 F: el mejor torque concéntrico en flexión en 3x60 exc/con.

Trabajo P4 F: el mejor trabajo concéntrico en flexión en 3x60 exc/con.

Borg P4: percepción del esfuerzo realizado en la prueba 4.

4.5.3. DATOS DE FLEXIBILIDAD DEL TRONCO

Gráfico 50.

Niveles de flexibilidad en la prueba de extensión del tronco atrás a lo largo del ciclo menstrual.

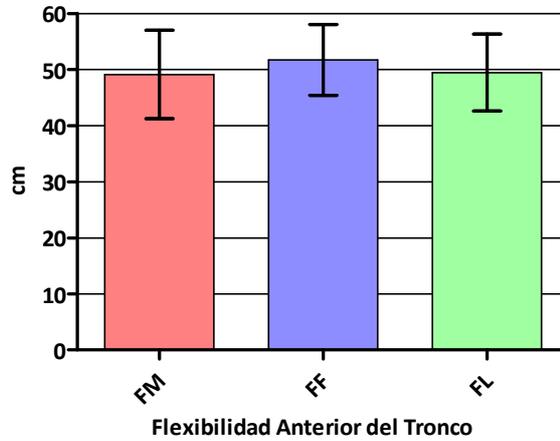
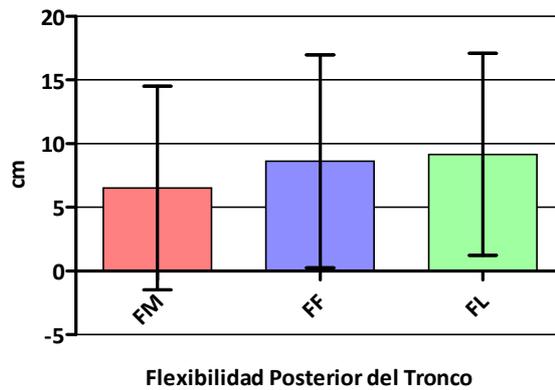


Gráfico 51.

Niveles de flexibilidad en la prueba de flexión del tronco adelante a lo largo del ciclo menstrual.



Respecto a la flexibilidad, los niveles obtenidos de las pruebas empleadas en esta investigación, no varían de forma significativa ni la flexibilidad anterior del tronco (Gráfico 50), ni la posterior (Gráfico 51), en las tres fases.

Tabla 20.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los niveles de flexibilidad del tronco a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Flexibilidad Anterior del tronco (cm)	0,54	0,714	1
Flexibilidad Posterior del tronco (cm)	1	1	0,727

4.5.4. DATOS DE POTENCIA ANAERÓBICA

Gráfico 52.

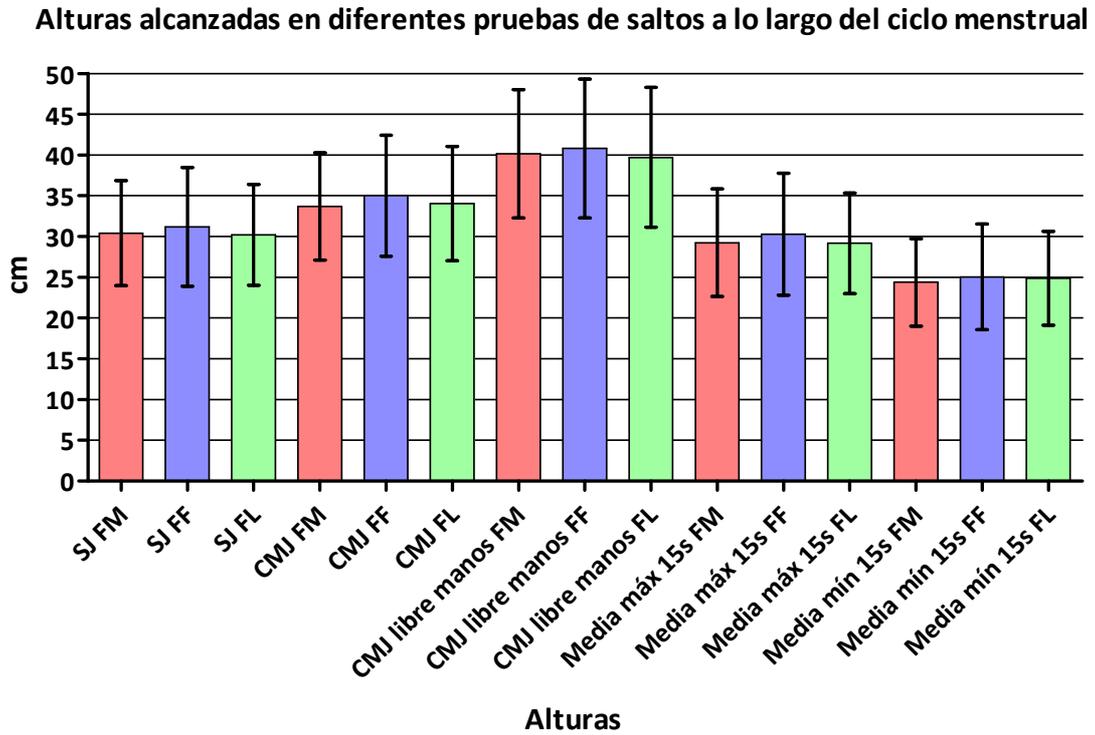
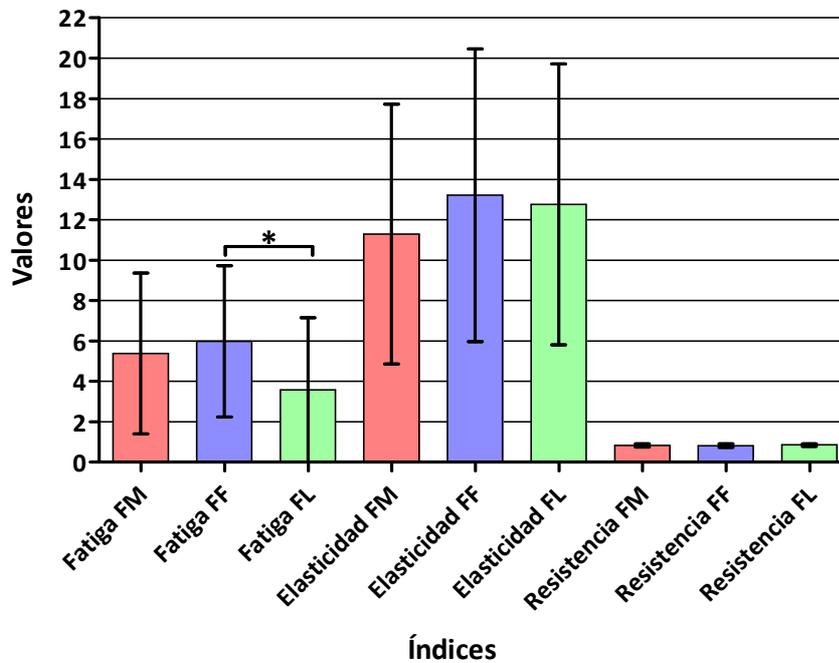


Gráfico 53.

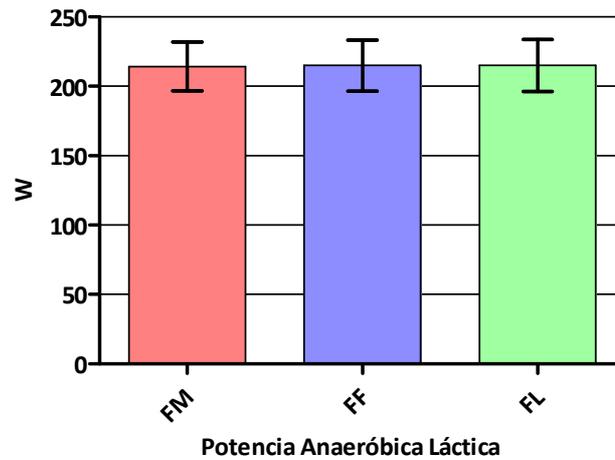
Índices obtenidos a partir de diferentes pruebas de saltos a lo largo del ciclo menstrual



* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase folicular y la fase lútea.

Gráfico 54.

Potencia Anaeróbica Láctica obtenida a través de los saltos a lo largo del ciclo menstrual.



Los resultados de las alturas alcanzadas en las pruebas de saltos, como muestra el Gráfico 52, no varían lo suficiente en las distintas fases como para ser consideradas estadísticamente significativas.

En cuanto a los resultados de los índices obtenidos (Gráfico 53), sólo el índice de fatiga varía significativamente ($p < 0,05$) a lo largo del ciclo menstrual, siendo mayor en la fase folicular y menor en la fase lútea.

Los datos de la potencia anaeróbica láctica se muestra sin cambios estadísticamente significativos en la comparativa de valores entre fases (Gráfico 54).

Tabla 21.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de la plataforma Optojump a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Altura Squat Jump (cm)	1	1	1
Altura CMJ (cm)	1	1	1
Altura CMJ libre de manos (cm)	1	1	1
Altura Media Máxima en 15s (cm)	1	1	1
Altura Media Mínima en 15s (cm)	1	1	1
Índice de Fatiga*	1	0,064*	0,276
Índice de Elasticidad	0,94	1	1
Índice de Resistencia	1	0,791	1
Potencia Anaeróbica Láctica	1	1	1

* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase folicular y la fase lútea.

4.5.5. DATOS DE EQUILIBRIO ESTÁTICO

Gráfico 55.

Equilibrio Flamenco con visión y sin visión a lo largo del ciclo menstrual.

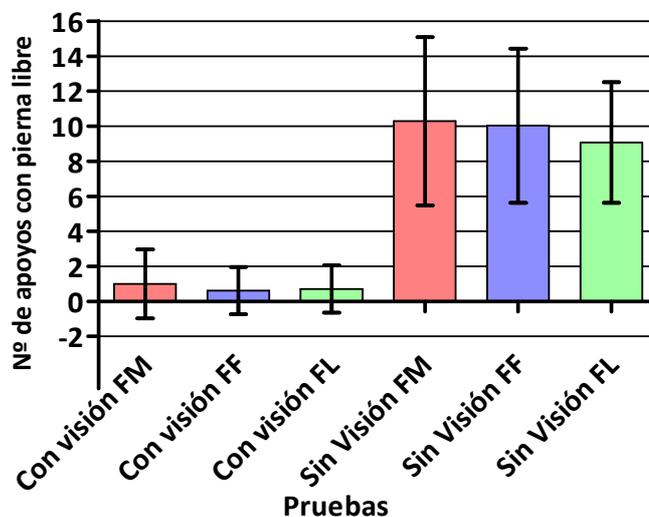
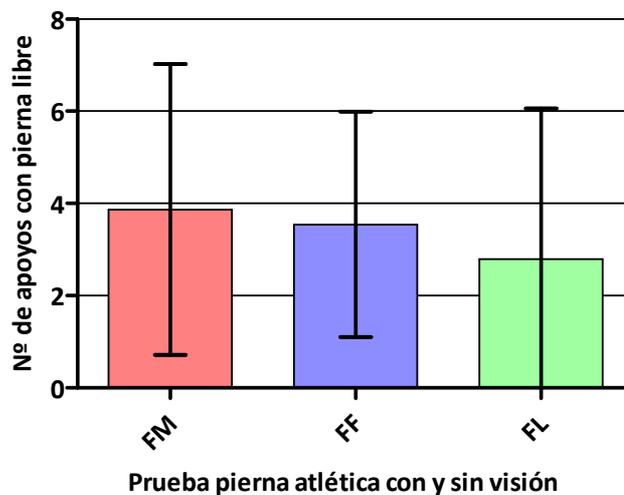


Gráfico 56.

Equilibrio en Plataforma BBS con visión y sin visión a lo largo del ciclo menstrual.



En cuanto al equilibrio, los resultados del test de flamenco (Gráfico 55) y en la plataforma Biodex Balance System BBS (Gráfico 56), sobre el número de apoyos realizados con la pierna libre en un minuto, no se alteran de forma significativa a lo largo del ciclo menstrual.

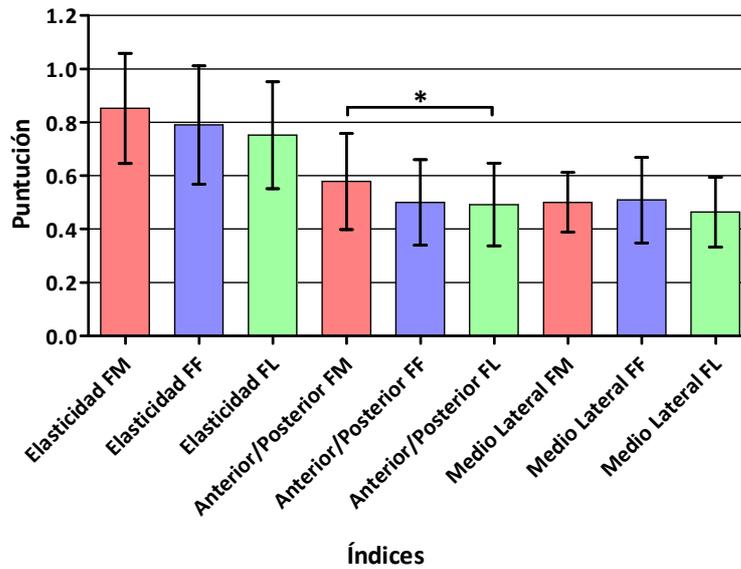
Tabla 22.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de equilibrio en el ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Nº de disequilibrios en 1' con visión	0,854	1	1
Nº de disequilibrios en 1' sin visión	1	1	0,927
Nº de toques pierna atlética con y sin visión	1	1	0,661

Gráfico 57.

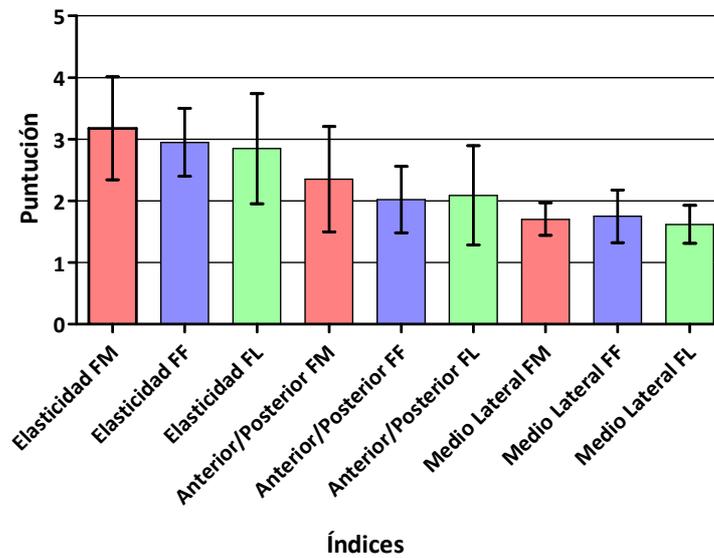
Parámetros de Equilibrio con visión obtenidos en la plataforma BBS a lo largo del ciclo menstrual.



* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase menstrual y la fase lútea.

Gráfico 58.

Parámetros de Equilibrio sin visión obtenidos en la plataforma BBS a lo largo del ciclo menstrual.



De todos los índices obtenidos en la plataforma BBS, con visión (Gráfico 57) y sin visión (Gráfico 58), solo el índice anterior/posterior con visión cambia significativamente ($p < 0,05$) en el ciclo menstrual. Los datos muestran el índice más alto en la fase menstrual, y el más bajo en la fase lútea.

Tabla 23.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros de equilibrio a lo largo del ciclo menstrual.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Índice de Estabilidad con visión	0,99	1	0,307
Índice Anterior/Posterior con visión*	0,353	1	0,048*
Índice Medio Lateral con visión	1	0,78	1
Índice de Estabilidad sin visión	0,991	1	0,443
Índice Anterior/Posterior sin visión	0,436	1	0,702
Índice Medio Lateral sin visión	1	0,572	1

* $p < 0,05$ en la comparación entre la fase menstrual y la fase lútea

4.6. DATOS OBTENIDOS DE CUESTIONARIOS PSICOLÓGICOS

4.6.1. DATOS DE ESTADO DE ÁNIMO

Gráfico 59.

Nivel de Tensión en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.

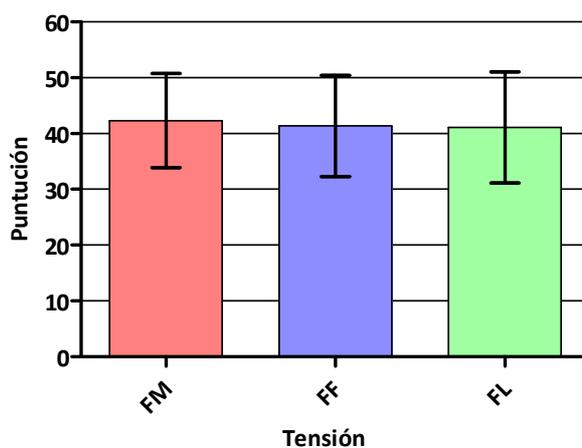


Gráfico 60.

Nivel de Depresión en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.

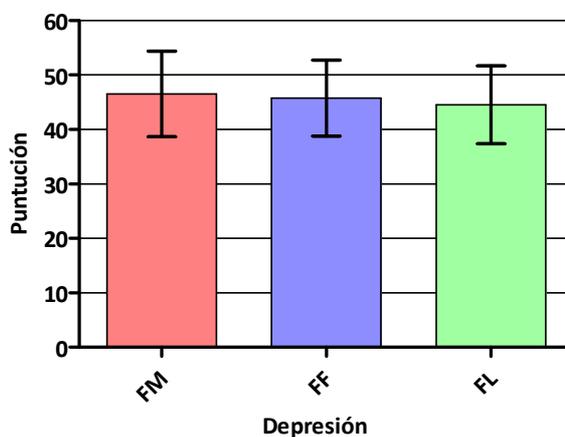


Gráfico 61.

Nivel de Angustia en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.

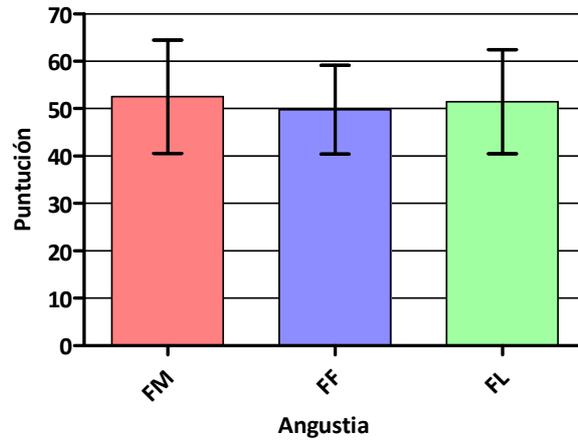


Gráfico 62.

Nivel de Vigor en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.

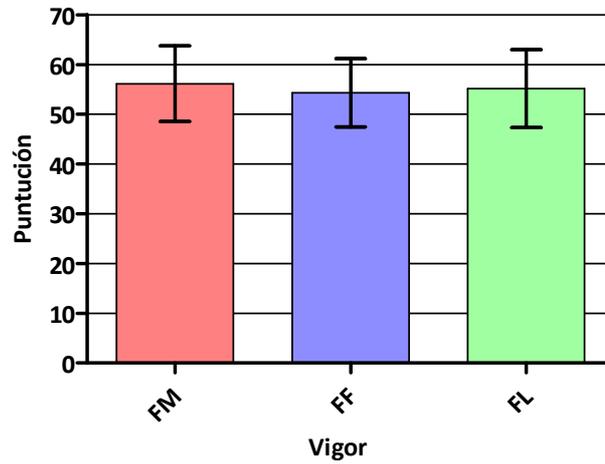


Gráfico 63.

Nivel de Fatiga en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.

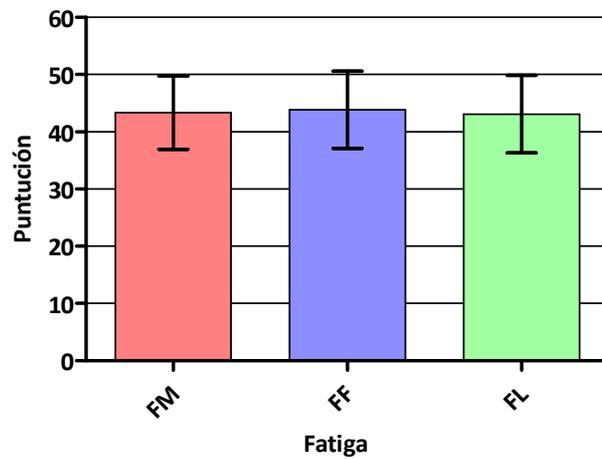


Gráfico 64.

Nivel de Confusión en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.

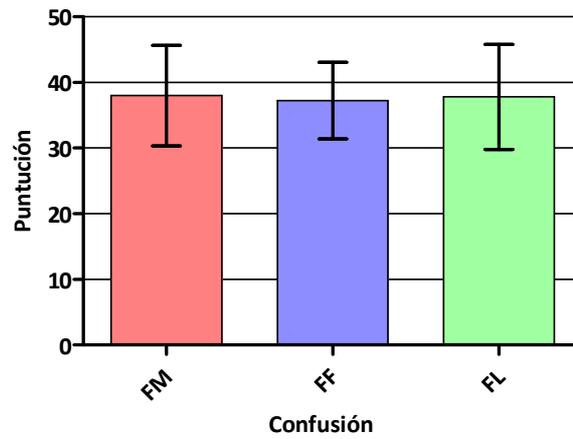


Gráfico 65.

Nivel de Trastorno del Humor en el Estado de Ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test POMS.

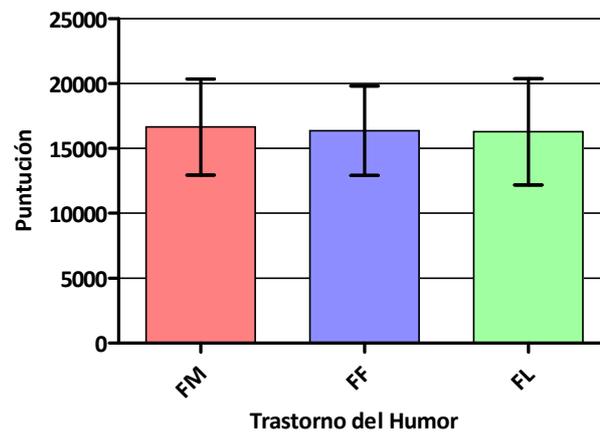
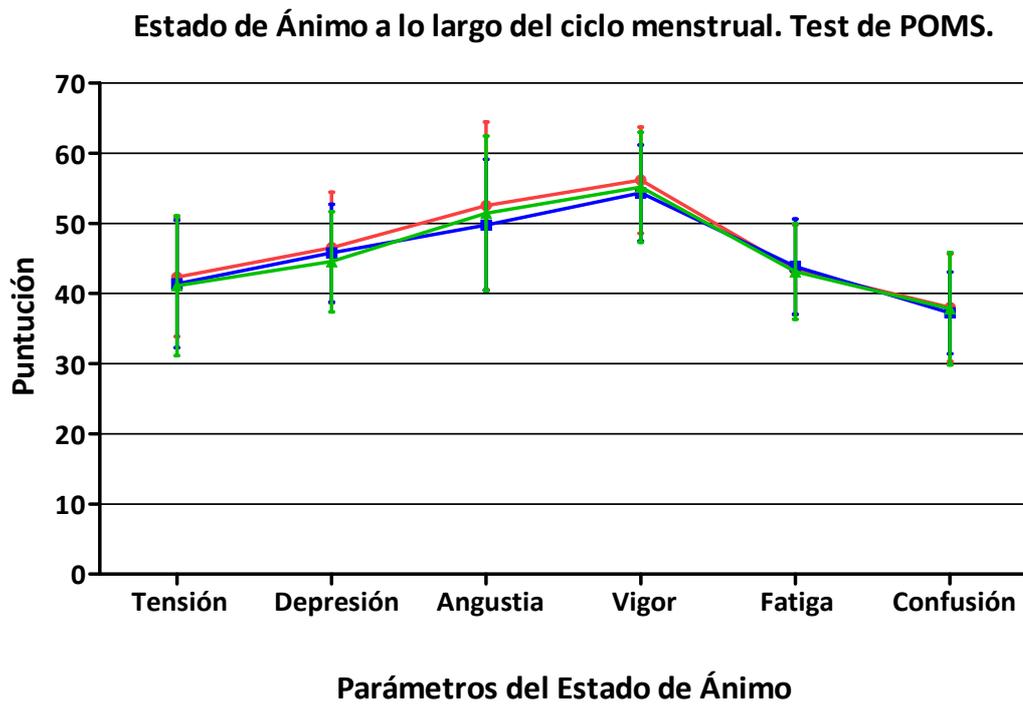


Gráfico 66.



Los datos de las seis variables que conforman el estado de ánimo según el test de POMS (Gráficos 59-64), no varían lo suficiente como para ser considerado significativamente estadístico.

Respecto al trastorno del humor (Gráfico 65), se sigue observando la falta de significación a lo largo de todo el ciclo menstrual.

El Gráfico 66 plasma de forma global la evolución de cada uno de los parámetros de estado de ánimo en cada fase.

Tabla 24.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de los parámetros del estado de ánimo a lo largo del ciclo menstrual. Test de POMS.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
Tensión	1	1	1
Depresión	1	1	1
Angustia	1	1	1
Vigor	1	1	1
Fatiga	1	1	1
Confusión	1	1	1
Trastorno del Humor	1	1	1

4.6.2. DATOS DE DEPRESIÓN

Gráfico 67.

Puntuación Total del Inventario de Depresión de Beck a lo largo del ciclo menstrual. Test BDI.

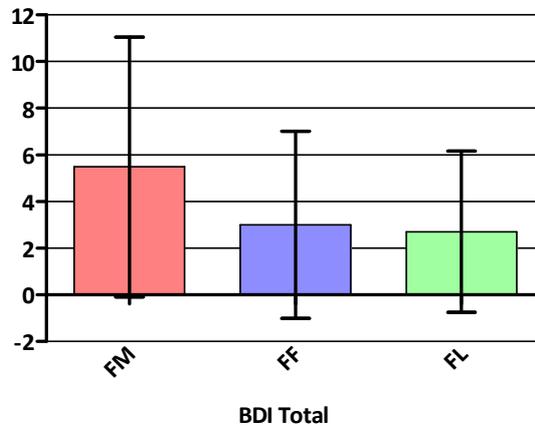
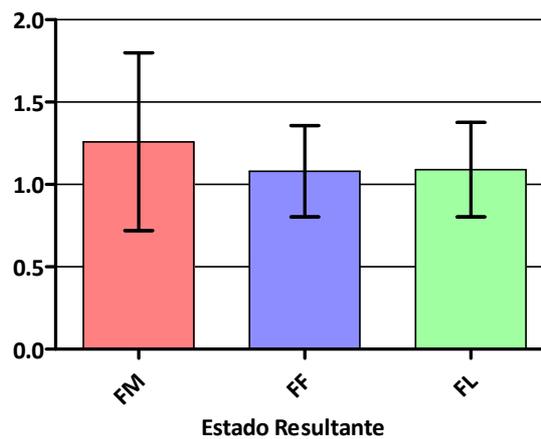


Gráfico 68.

Puntuación Total del Inventario de Depresión de Beck a lo largo del ciclo menstrual. Test BDI.



1: No Depresión / 2: Depresión Leve / 3: Depresión Moderada / 4: Depresión Grave.

En relación al test BDI, el estado de depresión no cambia con el ciclo menstrual como se aprecia en los Gráficos 67 y 68. Cabe destacar que la puntuación que mide el grado de sintomatología está muy lejos de alcanzar el grado de depresión en todas las fases del ciclo.

Tabla 25.

Nivel de significación en las comparaciones múltiples inter-fase de parámetros de depresión a lo largo del ciclo menstrual. Test de BDI.

Parámetros	Sig 1-2	Sig 2-3	Sig 1-3
BDI Total	0,17	1	0,11
Estado Resultante	0,327	1	0,392

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

5. DISCUSIÓN

5.1. CICLO MENSTRUAL, CANTIDAD DE ACTIVIDAD FÍSICA Y CALIDAD DE VIDA

En el análisis de los datos de **actividad física a lo largo del ciclo menstrual**, las mujeres físicamente activas no varían de forma significativa el tiempo dedicado para cada tipo de actividad física, caminando y sentadas, como los representados en MET-minutos/semanales a lo largo del ciclo menstrual. Este comportamiento no es posible ser contrastado con otras investigaciones debido a la falta de estudios que comparen este aspecto en mujeres activas. Sería necesario futuras investigaciones que analizaran la cantidad e intensidad de actividad física en diferentes momentos del ciclo, para conocer si realmente la mujer cambia o no la predisposición y el tiempo dedicado a sus entrenamientos en función de la fase menstrual en la que se encuentren.

Que las mujeres no alteren el nivel y la duración de la actividad física durante el ciclo menstrual podría ser debido a la justificación científica en el que el ejercicio físico tiene un efecto natural contra el dolor, y por tanto, pueden difuminar la percepción dolorosa durante el periodo premenstrual y menstrual (Felipe, 2011). Además de mejorar la función reproductiva, el perfil hormonal y los factores de riesgo cardiovascular (Orio y cols., 2013), y no tiene por qué estar asociado con ciclos anovulatorios (Ahrens y cols., 2014). Por lo tanto, el nivel de entrenamiento de las mujeres podría ser la clave de que su CVRS no sufra variaciones y a su vez, permita mantener a lo largo del ciclo, los mismos o similares niveles de actividad física.

La calidad de vida analizada a través del **Perfil de Salud de Nottingham (NHP)** no se altera de forma significativa en el ciclo menstrual de mujeres activas. La energía, el dolor, la movilidad física, las reacciones emocionales, el sueño y el aislamiento social, así como en actividades funcionales de la vida cotidiana, no cambian respecto a una u otra fase del ciclo.

Los motivos que podrían dar explicación a estos resultados, podrían estar en las características de la muestra utilizada, formada por mujeres sanas, sin ningún tipo de alteración, trastorno o dolor durante sus ciclos menstruales, ya que se ha demostrado la asociación entre una baja calidad de vida y las enfermedades acompañadas de dolor (Skevington, 1998). Además, sólo se justifican cambios en la calidad de vida en mujeres con menorragia (Lukes, Baker, Eder y Adomako, 2012), con dismenorrea primaria (Iacovides y cols.,

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

2013; y Gagua y cols., 2013), con endometriosis (Gao y cols., 2006), en mujeres que sufren de cáncer de mama (Carlsson, Hamrin y Lindqvist, 1999), en las mujeres posmenopáusicas (Karlberg, Mattsson y Wiklund, 1995) o en las mujeres embarazadas en general (Hunt, McEwen y McKenna, 1985; y Hueston y Kasik-Miller, 1998).

Por un lado, otro posible motivo que justifique esta ausencia de cambios en el perfil de salud, podría consistir en el grado de formación de los sujetos experimentales. Se trata de mujeres universitarias, conocedoras de los procesos fisiológicos del ciclo menstrual, que les puede hacer más conscientes del proceso natural por el que atraviesan, sin ningún tipo de connotación negativa. Este aspecto queda respaldado por un reciente estudio que afirma que programas psico-educativos sobre el síndrome premenstrual y síntomas relacionados, alivian la gravedad del mismo (Taghizadeh y cols., 2013), y de esta manera ayude a que su calidad de vida no disminuya.

Por otro lado, al ser mujeres deportistas y estudiantes en la facultad de ciencias del deporte, lo más probable es que hayan tenido competiciones, entrenamientos e incluso pruebas prácticas en algunas asignaturas, que hayan coincidido con su periodo menstrual o premenstrual. Por lo que han tenido que mentalizarse que la menstruación y los síntomas que acompañan en algunas mujeres, hay que tratar de asumirlos para procurar que afecten o perjudiquen en el menor grado posible.

Respecto a la CVRS medida a través del **cuestionario SF-36**, los resultados de las 8 dimensiones y los sumatorios del componente físico y mental no varían a lo largo del ciclo menstrual.

Es un reto comparar estos valores, ya que no se han encontrado estudios que analicen la calidad de vida durante las distintas fases. Como los estudios que hay al respecto afirman peor calidad de vida en mujeres con síntomas menstruales (Barnard y cols., 2003), con síndrome premenstrual (Taghizadeh y cols., 2008), con menorragia (Shankar y cols., 2008), con dismenrrea primaria (Unsal y cols., 2010), con trastorno disfórico premenstrual (TDPM) (Yang y cols., 2008) y con síndrome de ovario poliquístico (SOP) (Coffey y cols., 2006; y Bazarganipour y cols., 2013).

Estos datos podrían explicar el hecho de que mujeres sin ningún tipo de trastorno en sus ciclos menstruales, como la muestra utilizada en el presente trabajo, no se ve afectada su CVRS.

Otro motivo que pudiera explicar estos resultados, podría estar en relación al ejercicio físico. El hecho que la muestra esté formada por mujeres moderadamente entrenadas, podría repercutir positivamente en su calidad de vida, ya que se ha demostrado que programas de actividad física son considerados como intervenciones efectivas que proporcionan mejoras significativas en la CVRS y el dolor en pacientes con dismenorrea primaria (Onur y cols., 2012), así como una mejora en la percepción de salud general, vitalidad y función social si se acompaña de una orientación nutricional (Uritani y cols., 2013). Además, las mujeres físicamente activas se encuentran mejor por la liberación de endorfinas que provoca el ejercicio físico, que actúa como un analgésico inespecífico (Bender y cols., 2007), y así podría favorecer la calidad de vida en aquellos periodos proclives a síntomas relacionados con el ciclo menstrual.

Respecto a la calidad de vida evaluada a través del **cuestionario EuroQol-5D (EQ-5D)**, tampoco se producen cambios significativos a lo largo del ciclo, ni en la comparativa en la salud percibida en cada fase, ni en los distintos parámetros sobre movilidad, cuidado personal, actividad cotidiana, dolor/malestar y ansiedad/depresión; al igual que en la EVA.

Para corroborar si realmente el ciclo menstrual afecta o no a la calidad de vida, la bibliografía encontrada solo hace alusión a mujeres con ciertas alteraciones en la fase menstrual, tal como ocurrió con el cuestionario NHP y SF-36.

De esta forma, hay estudios que afirman que las mujeres con dismenorrea primaria tienen menor calidad de vida (medido con el instrumento EQ-5D) y peores valores en la EVA que quienes no presentan dismenorrea (Gagua y cols., 2013). La menorragia, trastorno ginecológico muy frecuente, también repercute de forma significativa en el bienestar de muchas mujeres (Daniels, 2013).

Una posible explicación a los resultados obtenidos en presente trabajo sobre la calidad de vida, junto con las informaciones extraídas de los estudios encontrados, se puede decir que la muestra experimental activa no padecía problemas en su ciclo menstrual lo suficientemente importantes como para alterar la calidad de vida a lo largo del ciclo menstrual. Igualmente,

uno de los motivos por los cuales no padecieran ningún problema en sus ciclos menstruales pudiera ser debido a su práctica física. La bibliografía existente sobre la actividad física y el ciclo de la mujer, se destaca en un gran número de casos las modificaciones favorables suscitadas por la actividad física moderada, por ejemplo, las menstruaciones son menos abundantes, disminuyen los dolores menstruales, se regula el ciclo menstrual y disminuye o desaparece la dismenorrea.

5.2. CICLO MENSTRUAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL

Los datos obtenidos en este trabajo sobre la composición corporal carecen de significación en el ciclo menstrual de mujeres activas. El peso, el IMC y el resto de parámetros corporales expresados en kilogramos y en porcentajes no cambian lo suficiente a lo largo del ciclo. Estos resultados son reforzados por otros estudios en los que se asegura que las diferentes fases del ciclo menstrual no tienen ningún efecto sobre el peso, la grasa corporal (DiBrezza y cols., 1991; y Lebrun y cols., 1995), y la suma de los pliegues cutáneos (Lebrun y cols., 1995).

Sin embargo, hay investigaciones que informan cómo las mujeres incrementan su peso durante la fase premenstrual respecto a las fases lútea y folicular debido a un incremento en la retención de líquidos (Wells, 1988; León, 2000; y Godoy y cols., 2010). Los altos niveles de estrógenos y progesterona en la mitad de la fase lútea se asocian a un mayor aumento de las hormonas suprarrenales, renales y a la retención de más volumen (Fu y cols., 2010), que con la menstruación comienza la pérdida de peso (Godoy y cols., 2010).

La ausencia de cambios en los parámetros corporales del presente trabajo, podrían ser debido al ejercicio físico, que posiblemente compense esa tendencia a incrementar el peso en la fase premenstrual a través del mayor gasto calórico que supone una actividad física moderada o intensa.

Otro estudio sitúa los mayores pesos corporales, kilogramos de masa grasa y porcentajes grasos en la fase ovulatoria (Mesa, 2008). Ese incremento en la fase ovulatoria se atribuye a la aldosterona, que se incrementa normalmente en el momento de la ovulación y se mantiene elevada durante la fase lútea del ciclo menstrual (Mesa, 2008). La elevación de la aldosterona podría ser la responsable de los síntomas del síndrome premenstrual, como edema, hinchazón mamaria y aumento de peso. La progesterona se cree que contribuye a la

retención de líquidos posovulatorios a través de un mecanismo de retroalimentación compleja que implican aldosterona, renina y la angiotensina (Frankovich y Lebrun, 2000).

De nuevo estos datos no coinciden con lo sucedido en las mujeres investigadas. En este caso, y bajo la base de un estudio que afirmó la ausencia de diferencias en las concentraciones absolutas de aldosterona entre las mujeres sintomáticas y asintomáticas (Munday y cols., 1981), parece ser que algunas mujeres pueden ser más sensibles a la aldosterona que otras.

Hay estudios que demuestran que el ciclo menstrual afecta al apetito, siendo la fase lútea la de mayor ingesta de energía en comparación con la fase folicular (Brennan y cols., 2009). El aumento de ingesta de comida alcanza su punto máximo durante la fase media lútea del ciclo menstrual (Edler y cols., 2007; y cols., 2008; Klump y cols., 2013b; Lester y cols., 2003; y Bautista y cols., 2011), y se predice que es a consecuencia de los cambios en los niveles hormonales de los estrógenos y progesterona (Edler y cols., 2007, Klump y cols., 2008; Klump y cols., 2013a; y Klump y cols., 2013b).

También se han demostrado que hay una baja ingesta energética en la ovulación, y una máxima ingesta en la segunda mitad del ciclo (Buffenstein y cols., 1995). Hay que señalar que este estudio recopiló investigaciones con una amplia gama de metodología utilizada y errores asociados, pero todos mostraron algún grado de hiperfagia lútea (Buffenstein y cols., 1995). Además, se ha demostrado que el vaciado gástrico es rápido en la fase lútea respecto a la fase folicular (Brennan y cols., 2009).

En este trabajo no se ha registrado la ingesta energética en las fases, pero en el caso de que se hubiera producido hiperfagia lútea como marcan los estudios, por un lado, no habría sido lo demasiado importante, y por otro lado, el rápido vaciado gástrico en la misma fase, podría suponer un mayor metabolismo basal, y por eso resultar un balance cero.

Teniendo en cuenta que los cambios en la composición corporal en el ciclo menstrual no están del todo claro, es necesario seguir indagando al respecto, ya que las diferencias en la composición corporal afectan a la capacidad de realización del ejercicio físico y del rendimiento de las mujeres. Una mayor masa grasa supone una desventaja en aquellos deportes que deben movilizar su masa corporal contra la gravedad, como la carrera, el salto, la trepa; por otra parte también supone una desventaja en el proceso de liberación del calor

corporal durante el ejercicio (León, 2000). Según determinados deportes el aumento de tejido adiposo es beneficioso, ya que en las corredoras de fondo no parece suponer una mejora en el metabolismo graso y por lo tanto en su rendimiento, pero en cambio, sí parece suponer una ventaja en el rendimiento de las mujeres nadadoras de larga distancia (Sharp, 1984).

5.3. CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN REPOSO

De los resultados de los parámetros cardiorrespiratorios en reposo, ni la tensión arterial, ni los parámetros de la espirometría basal cambian de forma significativa a lo largo de las diferentes fases del ciclo menstrual. En cambio, la FC en reposo sufre cambios estadísticamente significativos ($p < 0,05$) obteniendo los valores más bajos en la fase menstrual (63 ppm) y los mayores valores durante la fase lútea (72 ppm).

Las variaciones significativas halladas en nuestra investigación respecto a **la frecuencia cardiaca (FC)**, están respaldadas por otros estudios donde se documenta un aumento de la FC para el mismo nivel de trabajo, durante la fase lútea con respecto a la fase folicular (Birch y Reilly, 1999). Al igual que en una investigación que analizó el impacto de la fase del ciclo menstrual en la regulación autonómica cardiaca, donde se informó que en la fase folicular las mujeres tenían una FC significativamente más baja que durante la fase lútea (McKinley y cols., 2009).

Los motivos que pudieran justificar estos datos podrían ser por las acciones de estrógenos y progesterona. Se ha demostrado que el estrógeno aumenta la vasodilatación (Collins y cols., 1996; Chan, MacAllister, Colhoun, Vallance y Hingorani, 2001; Zhu y cols., 2002; Tostes y cols., 2003; y Miller y Duckles, 2008), disminuye la resistencia periférica y aumenta el gasto y la FC (Zhu y cols., 2002; y Tostes y cols., 2003). El estrógeno también es conocido por reducir el desarrollo de la hipertensión arterial en las mujeres premenopáusicas mediante la inhibición de la actividad nerviosa simpática (Kotchen y Kotchen, 2003). Estudios epidemiológicos han demostrado que las mujeres en edad reproductiva están protegidas contra las enfermedades cardiovasculares con respecto a los hombres, pero esta diferencia disminuye después de la menopausia, lo cual apoya el concepto de que los estrógenos pueden ser protectores contra las enfermedades cardiovasculares (Zaitzman, 2000; Rosano, Vitale, Silvestri y Fini, 2003; y Mendelsohn y Karas, 1999).

También se ha informado de que la disminución de los niveles de estrógeno pudiera incrementar la resistencia periférica y disminuir el flujo sanguíneo muscular durante el ejercicio (Collins, 1996a; Collins, 1996b; y Collins y cols., 1996). Por el contrario, altos niveles de estradiol han sido demostrados una disminución de la respuesta cardiovascular al estrés, probablemente a través de un efecto sobre el tono de la pared arterial y una disminución de la sensibilidad β -receptor a las catecolaminas (Sita y Miller, 1996).

Contrariamente, los progestágenos favorecen la vasoconstricción por disminuir la síntesis de receptores estrogénicos (Graham y Clarke, 1997; y White y cols., 1995) y por un efecto directo sobre el lecho vascular, favorecen la síntesis de sustancias vasoconstrictoras (Graham y Clarke, 1997).

Los receptores de progesterona también se han localizado en el miocardio y por lo tanto pueden tener efecto sobre la contractilidad cardíaca (Barbagallo y cols., 2001), de hecho, puede aumentar la excitabilidad cardíaca por sus efectos opuestos sobre el estrógeno (Birch y Reilly, 1999).

La progesterona puede incrementar la excitabilidad cardíaca, documentada con un aumento en el número y la duración de episodios de taquicardia supraventricular paroxística, durante la fase lútea tardía (Rosano y cols., 1996). Una mayor FC y el índice de esfuerzo percibido (RPE) con la misma intensidad de ejercicio, sugiere un esfuerzo cardiovascular mayor durante la fase lútea (Birch y Reilly, 1997; Hessemer y Bruck, 1985; y Schoene y cols., 1981). Teniendo en cuenta las adaptaciones primordiales del sistema cardiovascular al ejercicio, no es sorprendente encontrar que no hay alteraciones en el rendimiento deportivo actual observado, a pesar del aumento de la FC y RPE (Posthuma, Bass, Bull y Nisker, 1987).

Por otro lado, se ha demostrado que existe una influencia del ciclo menstrual sobre la actividad simpática (Minson y cols., 2000). La sensibilidad barorrefleja simpática se evaluó mediante la reducción y el aumento de la presión arterial con dosis por vía intravenosa de nitroprusiato de sodio y fenilefrina. En reposo, la actividad nerviosa simpática muscular y los niveles plasmáticos de noradrenalina fueron significativamente mayores en la fase media lútea que en la temprana fase folicular (Minson y cols., 2000).

Incluso se han encontrado estudios sobre la VFC, que también demuestran cómo la VFC evaluada a través de la función autonómica cardíaca está afectada por el ciclo menstrual

(Minson y cols., 2000; Leicht y cols., 2003; Sato y Miyake, 2004; Bai y cols., 2009; y Usha Rani y cols., 2013). Estudios han indicado que la actividad parasimpática es más baja durante la fase lútea comparada con otras fases del ciclo menstrual en mujeres sanas (Sato y cols., 1995; y Saeki y cols., 1997), así como la actividad simpática es significativamente mayor en la fase lútea que en la fase folicular (Sato y cols., 1995; y Yildirim y cols., 2002).

A pesar de que según un estudio el ciclo menstrual no fue asociado significativamente con cambios en la actividad del SNA (Leicht y cols., 2003), en una reciente investigación llevada a cabo en 50 mujeres estudiantes sanas de entre 18 y 22 años con ciclos menstruales regulares, la actividad del SNS en la fase lútea fue mayor que en la fase folicular, mientras que la actividad del SNP fue predominante en la fase folicular (Usha Rani y cols., 2013).

Respecto a la falta de significación en **la tensión arterial (TA)**, se ha encontrado estudios que corroboran estos datos. En la investigación de Gómez y Velázquez (2005), la TA en reposo no se modificó durante el ciclo menstrual (fase folicular y fase lútea) ni se correlacionaron con los niveles séricos de estradiol, progesterona e insulinemia, además de no observar variación circadiana de la TA. Otros estudios en mujeres jóvenes sobre los cambios cíclicos de la TA han reportado esta ausencia de cambios de la TA en condición de reposo (Polderman y cols., 1996; Litschauer y cols., 1998; Giannatasio y cols., 1999; Guasti y cols., 1999; y Gómez y Velázquez, 2005; y Carter y cols., 2009). También se informa en situación de reposo, que la actividad nerviosa simpática y la FC tampoco fueron diferentes durante la temprana fase folicular y en la mitad de la fase lútea (Carter y cols., 2009). Otro estudio realizado con mujeres indias jóvenes demostró que la TA no fluctúa significativamente durante las diferentes fases del ciclo menstrual (Pai y cols., 2004), y en una investigación que monitorizó la TA (TM-2430, A & D Co., Japón) durante 24 horas en días alternos de 2 ciclos menstruales consecutivos en la fase menstrual (días 2 y 4), la fase proliferativa (días 6, 8, 10 y 12), la fase ovulatoria (día 14) y la fase secretora (días 16, 18, 20, 22, 24, 26 y 28), las diferencias en los valores durante las fases no fueron estadísticamente significativas (Sameera y cols., 2012).

A pesar de los cambios en la FC, la falta de variaciones significativas en la TA hace pensar por qué este parámetro cardiovascular que aparentemente podría responder de manera muy similar, en este caso, no se comporte así.

La TA quizás se encuentre más influenciada por otros factores más que por la reducción de la resistencia periférica, como se informa en los estudios al respecto, plasmados anteriormente. Los efectos del ejercicio físico podría ser uno de los motivos que justificara este comportamiento, ya que contamos con una muestra formada solo por mujeres moderadamente entrenadas. Además, existen otros factores más potentes que son los que también provocan cambios o no sobre la TA, como el consumo elevado de sal, el consumo excesivo de alcohol, el tabaquismo, el estrés, el abuso de sustancias estimulantes como el café, etc. En este caso, la fisiología de las mujeres y sus hábitos saludables de vida puede dar explicación a esos valores estables en cuanto a la TA.

Otros motivos que pudieran explicar esta ausencia de cambios en la TA a lo largo de las distintas fases del ciclo menstrual pudiera estar en que las modificaciones de la TA en reposo dependen de cambios importantes en la concentración o acción de sustancias vasoactivas y/o vasodilatadoras u otros factores hormonales no conocidos (Polderman y cols., 1996). También es posible que los mecanismos homeostáticos cardiovasculares fueron lo suficientemente fuertes como para corregir los sutiles cambios de la TA provocados por la acción de las hormonas ováricas sobre el sistema cardiovascular.

En cambio, otras investigaciones han observado los niveles de TA más altos al inicio de la menstruación y más bajos durante los días 17-26 del ciclo menstrual (Dunne y cols., 1991). Este comportamiento de la TA también se observa en las presiones. En mujeres jóvenes medidas durante cuatro fases de un ciclo menstrual (fase folicular temprana, fase folicular tardía, fase lútea temprana y la fase lútea tardía), ambas presiones arteriales, centrales y periféricas fueron significativamente más bajas durante la fase folicular tardía, y la presión periférica se redujo sustancialmente en la fase temprana lútea (Adkisson y cols., 2010). Las concentraciones de NOx (nitrato) y E (estrógeno) en plasma fueron mayores durante la fase folicular tardía. Por lo que en mujeres jóvenes premenopáusicas experimentan una reducción de la presión de la sangre y en mayor medida en la presión periférica en la fase folicular tardía, antes de la ovulación (Adkisson y cols., 2010).

Las presiones arteriales sistólicas y diastólicas como la presión arterial media, de mujeres jóvenes sanas, fueron superiores en la temprana fase folicular (bajo estrógeno y baja progesterona) comparada con la tardía fase folicular (altos estrógenos y baja progesterona) (Choi y cols., 2013). Estos cambios podrían ser debidos a que la distensibilidad arterial es

favorecida por los estrógenos y se modifica en el ciclo menstrual con aumento de la misma en la fase ovulatoria y disminución en la fase lútea (Polderman y cols., 1996).

La variedad de resultados expuestos en relación al comportamiento de la TA, nos permite pensar que la evolución a lo largo del ciclo parece comportarse de forma diferente dependiendo de cada sujeto. Atendiendo al libro de Wells (1988), y por su vinculación con la TA, se informa de que la presión sanguínea es demasiado irregular o demasiado sensible a otras variables para apoyar de forma sostenida un ciclo rítmico. Aunque algunos investigadores han hallado que la presión sanguínea alcanza su punto más bajo al inicio de la menstruación, otros han informado de que ésta alcanza su punto más alto durante los primeros dos días de flujo, incluso otros apoyan los resultados hallados en este trabajo, donde permanece constante a lo largo de todo el ciclo.

En relación a los **datos espirométricos** obtenidos en este trabajo, la ausencia de cambios en las distintas fases del ciclo menstrual queda respaldada por otras investigaciones, en las que se ha demostrado que las fases del ciclo menstrual parece tener poco efecto sobre el PEF en mujeres jóvenes sanas asiáticas (Chong y Enson, 2000), así como ningún efecto en las variables espirométricas de CVF, VEF1, VEF/CVF y FEF25-75 de mujeres no deportistas (Da Silva y cols., 2006), ni en las variables CVF, el VEF1, el PEF y el FEF 25-75% tanto en condiciones de reposo como dentro de cinco minutos después de un ejercicio isométrico (handgrip) (Bhandari y cols., 2013). Por otro lado, los factores ambientales, como la exposición a la altura, tampoco tienen un potencial adicional para alterar la ventilación durante el ciclo menstrual (Beidleman y cols., 1999).

Todos estos resultados apoyan el comportamiento encontrado en esta investigación, en el que los parámetros espirométricos no sufren diferencias significativas durante las tres fases del ciclo.

En contraposición, se ha demostrado que es en la fase lútea donde se registran los niveles más elevados de la MVV (Ayala y cols., 1993) los parámetros de FEV1, PEF y la CVF en mujeres indias (Pai y cols., 2004), así como en la CVF, el VEF1 y la relación VEF1/CVF en chicas jóvenes (Gavali y cols., 2013). También se han registrado aumentos en el volumen minuto de mujeres no atletas durante la fase lútea en comparación con la fase menstrual y folicular (Das, 1998).

La explicación a estos cambios según informaciones emitidas en algunas investigaciones es debido a las hormonas sexuales esteroideas, que están involucradas en el control neural central de la respiración, que afecta a los neurotransmisores centrales, quimiorreceptores periféricos, y tal vez al pulmón y a las vías respiratorias (Constantini y cols., 2005). Estudios anteriores sugieren que la función respiratoria está influenciada especialmente por la progesterona, que podrían aumentar la respuesta ventilatoria durante la fase lútea en reposo (Schoene y cols., 1981; y White y cols., 1983) y en ejercicio (Williams y Krahenbuhl, 1997; y Schoene y cols., 1981). Rajesh y cols., (2000), indicaron que el incremento de la secreción de progesterona es una posible causa de la hiperventilación en la fase lútea.

El posible motivo de por qué en nuestro trabajo no suceden estos incrementos espirométricos durante la fase lútea, podría ser debido al nivel de actividad física de la muestra. A pesar de que en dichos estudios no se especifica si son mujeres activas o sedentarias, se podría deducir que nuestra muestra experimental al estar moderadamente entrenada podría disponer de un sistema respiratorio más eficaz y potente, y así reducir cualquier posible cambio provocado por los cambios hormonales que acompañan al ciclo menstrual.

Otra de las razones que podría estar contribuyendo a la falta de consistencia a los resultados podría estar asociada con las mediciones durante el reposo con ningún desafío respiratorio.

Y también, otra posible explicación para la ausencia de variación podría estar relacionada con variaciones entre-sujetos y la variación intra-sujeto en cuanto a las variaciones en los niveles hormonales cuando se consideran las mismas fases del ciclo menstrual. Por ejemplo, en el medio de la fase lútea hay valores extremos para el estradiol (60-320 pg/ml) y de progesterona (5-28 ng/ml) (Landgren, Under y Diczfalusy, 1980) en mujeres de ciclo normales, lo que hace difícil la comparación entre individuos que presentan valores extremos.

Por tanto, todos los hallazgos encontrados y a la vez contradictorios, en relación con las variables espirométricas requieren de un análisis detallado que concrete los efectos del ciclo menstrual en una población específica de mujeres jóvenes y activas.

5.4. CICLO MENSTRUAL Y SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO EN ESFUERZO

Los resultados cardiorrespiratorios en esfuerzo y de potencia obtenidos en la prueba de esfuerzo máxima se han analizado en diferentes momentos de la prueba.

En el umbral aeróbico, de todos los valores registrados, la FC es el única que muestra un cambio estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en la comparativa en las distintas fases del ciclo menstrual, siendo más alta en la fase lútea y la más baja en la fase folicular.

En cuanto al incremento significativo de la FC en la fase lútea ocurrido simultáneamente en el umbral aeróbico y en situación de reposo, podría explicar la existencia de una cierta vinculación. Esto se explicaría a partir de cómo un mayor número de pulsaciones registradas en reposo durante la fase lútea hace que las mujeres partan de una situación más acelerada, provocando un alcance a dicho umbral con unas pulsaciones significativamente mayores en la fase lútea. Curiosamente, este comportamiento en los valores de la FC sólo se observan en el umbral aeróbico, ya que no ocurre lo mismo en el resto de puntos analizados en la prueba de esfuerzo (umbral anaeróbico y final de la prueba). Resulta difícil encontrar los motivos por los cuales a intensidades más elevadas el cuerpo parece no responder de la misma manera a esos cambios establecidos desde un principio en el propio organismo, o estar menos influenciado por ese inicio con un registro mayor de pulsaciones por minuto.

De todos modos, podría ser que el mayor número de pulsaciones en reposo durante la fase lútea repercute sólo en el umbral aeróbico, es decir, a un tipo de esfuerzo submáximo, y que a partir de esa intensidad el cuerpo que aún no ha alcanzado su máximo potencial, se regule de manera diferente para responder a las exigencias de esfuerzos máximos por otros mecanismos más potentes.

Otros estudios también han demostrado el aumento en la FC durante la fase lútea respecto a la folicular (Dimitriev, Saperova, Dimitriev y Karpenko Iu, 2007), en la FC media en una prueba de esfuerzo en cicloergómetro de 15 minutos a 122W (Hessemer y Bruck, 1985), y al igual que en una prueba de 60 minutos de ciclismo al 65% del VO_2 máx, donde se comprobó que la FC fue aproximadamente 10 ppm más alta en todo momento en la fase lútea (Pivarnik y cols., 1992). En condiciones de calor y humedad (32°C, 60% humedad relativa), también se observó un menor rendimiento durante la fase lútea, donde se registran una mayor FC durante el ejercicio submáximo (Janse de Jonge y cols., 2012).

Una posible explicación a estos resultados podría ser por el incremento de la temperatura que sucede durante la fase lútea, ya que según un estudio puede aumentar parámetros cardiovasculares, como la FC, además de la percepción subjetiva de esfuerzo (Lebrun, 1993). Otro motivo que justifique este comportamiento podría ser por la actividad del SNS en la fase lútea, ya que se ha demostrado que es mayor que en la fase folicular, y que la actividad del SNP es predominante en la fase folicular (Dimitriev y cols., 2007). Por lo tanto, la combinación del ejercicio y el estrés de calor con la elevada temperatura corporal en la fase lútea, y el predominio de la actividad del SNS durante también la fase lútea, podrían ser los motivos o causas que provoquen cambios fisiológicos en la FC de nuestra muestra experimental.

En contra a los cambios producidos en la FC, hay estudios que demuestran que la FC no sufre variaciones significativas a lo largo del ciclo menstrual en pruebas realizadas en cicloergómetros, tanto a intensidades submáximas (70% y 90% del VO_2 máx) (Eston y Burke, 1984), como a intensidades máximas (100% del VO_2 máx) (Higgs y Roberstson, 1981). Respecto a intensidades máximas, los resultados de la presente investigación también aseguran esta falta de variación en la FC.

Un estudio en nadadoras reveló que en el test de nado de 200 m a velocidad constante (al 90% del test máximo), la FC y la percepción del esfuerzo al finalizar la misma no son capaces de discriminar cambios que acompañen al ciclo menstrual de la muestra analizada (Donoso y cols., 2007).

La posible explicación a estos estudios donde no se producen cambios en la FC, podría estar en las peculiaridades de cada mujer, en el que los cambios a lo largo de los ciclos menstruales afecten en mayor o menor medida a parámetros cardiovasculares y a su SNC. A su vez, siguiendo las indicaciones del estudio explicado anteriormente sobre la temperatura, según Janse de Jonge y cols., (2012), en condiciones de calor se incrementa la FC en la fase lútea, y por lo tanto, si las condiciones climatológicas de la prueba desarrollada en el cicloergómetro ha sido constante y no muy elevada, esto podría ser una de las causas de que no se vea repercutido dicha variación en la FC.

Respecto al umbral anaeróbico, los resultados finales y máximos de la prueba de esfuerzo, y los correspondientes a los 3 minutos de recuperación, ninguno de los parámetros analizados cambian lo suficiente en el ciclo menstrual para ser considerados significativos. Existen una gran cantidad de estudios que apoyan estos datos en amplias y variadas muestras que da mayor consistencia a nuestros resultados.

En los primeros estudios donde se llevó a cabo un test progresivo de carga creciente hasta el agotamiento, no se encontraron diferencias significativas en la resistencia aeróbica entre las distintas fases del ciclo menstrual (Dombovy y cols., 1987; y Märker, 1981).

Tampoco se ha encontrado diferencias entre fases del ciclo menstrual en el VO_2 máx en estudiantes de INEF (Nácher y cols., 1995), ni en la respuesta ventilatoria quimiorrefleja central y periférica del CO_2 en mujeres estudiantes (Slatkovska, Jensen, Davies y Wolfe, 2006), ni en el rendimiento de un ejercicio máximo de mujeres atletas (Schoene y cols., 1981), como tampoco se observó cambios en el VO_2 máx, en la FC, el tiempo hasta el agotamiento, o en la ventilación máxima de mujeres moderadamente entrenadas (Bemben y cols., 1995).

Respecto a resultados de investigaciones con diferentes tipos de deportes, tampoco se encontraron diferencias significativas en el VO_2 máx en deportistas integrantes de preselecciones nacionales de balonmano y gimnasia rítmica (Izquierdo y Almenares, 2002), ni en mujeres corredoras de fondo (Burrows y Bird, 2005). En mujeres remeras, la potencia, la FC, el consumo de oxígeno (VO_2), la producción de dióxido de carbono (VCO_2), la ventilación minuto (VE), el cociente respiratorio medio (RER) y los equivalentes ventilatorios de O_2 (VE/VO_2) y CO_2 (VE/VCO_2), que fueron medidos en una prueba incremental hasta la extenuación en un ergómetro de remo durante la fase folicular y la fase lútea del ciclo, los valores no mostraron diferencias significativas entre fases ni en carga máxima ni en intensidad de umbrales aeróbico y anaeróbico (Vaiksaar y cols., 2011).

En una investigación donde se estudió el comportamiento de la potencia alcanzada, el VO_2 , la FC, VE, RER, el equivalente respiratorio de oxígeno (VE/VO_2) y dióxido de carbono (VE/VCO_2), y la concentración de lactato medidos en reposo, al final de la prueba de máximo esfuerzo, y en los diferentes umbrales aeróbico y anaeróbico, tampoco encontraron diferencias significativas entre las fases lútea y folicular en ninguno de los parámetros (Smekal y cols., 2007).

En cuanto a los parámetros ventilatorios a intensidades submáximas, un estudio demostró que el consumo de oxígeno en un ejercicio de intensidad moderada (una prueba entre 6 y 20W) no se ve afectado por las hormonas sexuales femeninas (ya que comprobaron que los estrógenos y la progesterona fueron mayores en la fase lútea) de las diferentes fases del ciclo menstrual (Gurd, Scheid, Paterson y Kowalchuk, 2007). Al igual se ha demostrado que ni las fases del ciclo menstrual ni la privación de una noche sin dormir afectan a parámetros cardiorrespiratorios en un ejercicio incremental submáximo en la fase folicular y lútea (Kaygisiz, Erkasap y Soydan, 2003).

En otro estudio también se comprobó que la FC, la potencia aeróbica máxima y el umbral anaeróbico se mantuvieron estadísticamente igual en cada día evaluado del ciclo menstrual (días 2, 8, 14, 20 y 26; siendo el día 1 el inicio de la menstruación) (Stephenson y cols., 1982).

En general, se ha demostrado que al igual que nuestros resultados en la prueba de esfuerzo, no varía el rendimiento cardiorrespiratorio en esfuerzo máximo a lo largo de las distintas fases del ciclo menstrual tanto en mujeres no deportistas ni entrenadas (Lebrun y cols., 1995), como en mujeres moderadamente activas (Dean y cols., 2003). Además, los primeros estudios realizados sobre los posibles cambios del ciclo menstrual en el VO_2 máx en mujeres tanto deportistas como sedentarias también demostraron que no se producen diferencias significativas en el VO_2 máx hallados en pruebas máximas ni en la cinta ergométrica en atletas y no atletas (Allsen y cols., 1977), ni en el cicloergómetro en atletas (Schoene y cols., 1981).

En otros estudios, el rendimiento aeróbico, medido por la capacidad de oxígeno en la respuesta al ejercicio máximo o submáximo, tampoco parece ser alterado de forma significativa durante cualquier fase del ciclo menstrual ovulatorio regular (Bemben y cols., 1995; De Souza y cols., 1990; Lebrun, 1993; Frankovich y Lebrun, 2000; Lebrun, 2000; Janse de Jonge, 2003; y Constantini y cols., 2005).

La mayoría de los estudios informan que no hay cambios durante el ciclo menstrual en: el VO_2 máx, la respuesta del lactato durante el ejercicio, el peso, el volumen plasmático, la concentración de hemoglobina, la FC y la ventilación (Janse de Jonge, 2003). Incluso en investigaciones realizadas en condiciones diferentes, en altas y bajas altitudes, el VO_2 máx tampoco parece resultar condicionado por las fases del ciclo menstrual en ninguno de los

parámetros de la ventilación o el rendimiento físico tanto en ejercicio máximo como submáximo (Brutsaert y cols., 2002; y Beidleman y cols., 1999).

En cuanto a condiciones climáticas distintas, mientras el rendimiento en pruebas submáximas y máximas entre fases en el ciclo, tampoco cambia en un clima templado (20°C, al 45% de humedad relativa), se ha demostrado que en condiciones calurosas y húmedas (32°C, humedad relativa del 60%), el rendimiento se reduce durante la fase lútea (Janse de Jonge y cols., 2012).

Por lo que cabe decir que la falta de significación de los datos podría ser debido a que cualquier influencia de las hormonas que median durante el ciclo, son de magnitud insuficiente para exceder la variación inherente en los parámetros cardiorrespiratorios, y que posiblemente el ejercicio físico reequilibre cualquier cambio, ayudando a anular los efectos de los cambios naturales de dichas hormonas sexuales.

En relación a los cambios provocados en condiciones calurosas, el motivo por el cual no se hallaron cambios en el rendimiento cardiorrespiratorio en nuestra investigación, podría ser porque las condiciones climatológicas fueron controladas y en condiciones con temperaturas no elevadas ni húmedas.

En lo que respecta a los valores al finalizar y tras acabar la prueba de esfuerzo, la falta de significación de los datos no coincide con la bibliografía encontrada.

Por un lado, se asocian mayores niveles de la hipotensión postejercicio en la fase final folicular y medio lútea, cuando las concentraciones de estrógeno son elevadas (Esformes, Norman, Sigley y Birch, 2006).

Por otro lado, según Wells (1988), se ha informado tanto de una respuesta de la FC más eficiente en la ejecución del test de la escalera durante las fases premenstruales y menstruales, como de otros informes del mismo laboratorio que dicen que los peores resultados se obtuvieron durante la menstruación (Wells, 1988).

Esta controversia junto con la falta de variación en nuestro estudio en la FC al final de la prueba de esfuerzo nos hace pensar que la variabilidad inter e intra sujeto podría ser el motivo de conclusiones tan diferentes. Otro aspecto a señalar sería que en estos estudios no

se especifica si las mujeres eran o no deportistas, y podría ser relevante, ya que en mujeres no entrenadas, las respuestas al finalizar una prueba pudieran ser más significativas ya que el cuerpo no está acostumbrado a someterse a tales esfuerzos.

En cuanto a parámetros respiratorios, se ha demostrado un mayor VO_2 en reposo durante la fase medio lútea de mujeres no deportistas en tres fases del ciclo menstrual (Das y Jana, 1991), y en mujeres moderadamente entrenadas en cinco fases del ciclo menstrual (Williams y Krahenbuhl, 1997). En esa misma fase y también en situación de reposo se ha observado una elevación significativa en la ventilación minuto (Macnutt y cols., 2012).

Por el contrario, en atletas de élite el VO_2 máx absoluto y relativo fue ligeramente inferior en la fase lútea que en la fase folicular (Lebrun y cols., 1995). También se ha demostrado que la capacidad aeróbica se incrementó significativamente durante la fase postmenstrual, en esgrimistas y gimnastas (López, 1997) y en esquiadoras de montaña (Fomin, Pinovaron y Vornova, 1989). En un estudio con jugadoras de voleibol, el VO_2 máx fue estadísticamente superior en el segundo día de la menstruación que a los 14 días de la misma (Cavlica y cols., 2009). Estos datos de mujeres de diversas modalidades deportivas, en los que coinciden en el incremento significativo de la capacidad aeróbica durante la fase folicular (temprana y media) y que no respaldan los datos registrados en este trabajo, quizás pueda ser producido por la falta de homogeneidad en cuanto al deporte practicado por nuestras mujeres. Quizás, si fueran todas del mismo deporte, con el mismo nivel de preparación física, mismos entrenos y competiciones, e incluso con pruebas de esfuerzo adaptadas a las características de esa modalidad deportiva, hace que sea más sensible al posible cambio en el VO_2 que se ha registrado y podría explicar el motivo por el cual no se ha percibido con nuestra muestra experimental.

Respecto al rendimiento del ejercicio de alta intensidad, nuestro estudio no demostró cambios en función de las fases del ciclo, pero sin embargo, varias fuentes bibliográficas aseguran una mejora del rendimiento aeróbico en la fase lútea, por una menor producción de lactato, cuando los niveles de estradiol y progesterona son elevados (Jurkowski y cols., 1981; Bemben y cols., 1995), o por un aumento de glucógeno muscular asociado a esa fase (Hackney y cols., 2000; y Nicklas y cols., 1989). Este comportamiento podría encontrar explicación si se tiene en cuenta que existen factores endógenos y exógenos que también determinan el rendimiento, y que puede afectar de forma diferente a dichos parámetros fisiológicos en función de cada individuo. De hecho, según el libro de González y Villegas (1999), es

importante considerar los factores endógenos que marcan el VO_2 máx, ya que las diferencias en el VO_2 están condicionadas por la economía diferente en el trabajo muscular, circulatorio y respiratorio durante el esfuerzo ergométrico. Los factores endógenos condicionantes de mayor importancia son el rendimiento circulatorio y respiratorio máximo, la capacidad de transporte de O_2 por la sangre, la capilarización y la capacidad y eficiencia del organismo para transportar H^+ y formar H_2O sin despilfarro energético. Por ello, las variaciones interindividuales marcan la diferencia, y por eso, las peculiaridades del ciclo menstrual e incluso las características de su menstruación pueden afectar de forma diferente a su VO_2 .

Respecto a los estudios médicos especializados, se demuestran que cualquier tipo de pérdida de sangre (heridas, cortes, la menstruación del ciclo menstrual, etc.), provoca en el organismo la pérdida de hemoglobina, por lo tanto al disminuir la cantidad de hemoglobina en sangre puede disminuir el transporte de oxígeno en nuestro cuerpo (fundamentalmente a los músculos) y realizar esfuerzos que supongan un gran consumo de oxígeno, puede que disminuya la capacidad de trabajo del organismo. En estos estudios donde se demuestra mejoras en la fase lútea, puede ser debido a que la misma muestra durante sus menstruaciones tenga importantes pérdidas de sangre que provoque una notable mejoría del rendimiento cuando se recuperan de dicha fase menstrual, y por tanto sus mejoras significativas sucedan en la fase lútea.

Sería de interés conocer si las menstruaciones muy abundantes provocan anemia. En este caso, incrementar los requerimientos de hierro al organismo sería necesario para producir hematíes, ya que su concentración disminuiría. Eso puede afectar a los resultados de la prueba de resistencia durante la menstruación, ya que el bajo índice de los glóbulos rojos que contienen la hemoglobina puede adelantar la fatiga y el agotamiento en el sobreesfuerzo repercutiendo negativamente en el rendimiento.

Respecto a la adaptación al ejercicio y la respuesta funcional del organismo para mantener su homeostasis, se ha demostrado que el ejercicio físico agudo produce un incremento significativo en eritrocitos, hemoglobina y hematocrito que se correlaciona con hemoconcentración que la actividad física induce (Martínez, Piedrafita, Fuentes, Miana y García, 2007). Estos cambios fueron independientes de la fase del ciclo ovárico y del carácter ovulatorio o anovulatorio de éste. Por lo que podría explicar por qué la muestra experimental del presente trabajo no varió su rendimiento en la prueba de esfuerzo máxima, ya que es una muestra entrenada y mantiene inalterada su homeostasis. Además, como también se ha

demostrado que la concentración de hemoglobina no muestran ningún cambio a lo largo del ciclo menstrual (Lebrun, 1993), explicaría por qué los datos hallados en el presente trabajo obtienen una similitud en el rendimiento independientemente de la fase en la que se encuentra la muestra.

A su vez, hay estudios que afirman justo lo contrario, peor rendimiento deportivo en corredoras y nadadoras durante la fase lútea (Wells, 1988), así como en mujeres no deportistas (Lebrun, 1993), aun que no hay efectos en el rendimiento en atletas de élite (Lebrun, 1993).

Volvemos a encontrarnos con resultados contradictorios donde sitúan la fase lútea con mejor, peor, o ningún efecto en el rendimiento en mujeres tanto en deportistas como no deportistas y de élite. Todo esto nos hace pensar que quizás los factores endógenos que determinan el VO_2 máx, marquen las diferencias que existen entre los diferentes estudios. Estas diferencias las marcan el tipo de ergómetro empleado, en función de si es de manivela (brazos), si es un cicloergómetro (piernas sentado) o una cinta continua (piernas) o un remoergómetro (brazos y piernas), que es importante debido a dos razones fundamentales (González y Villegas, 1999). De una parte la participación de mayores o menores grupos musculares, de otra debido a la adaptación al tipo de esfuerzo según el deporte practicado. El valor máximo de VO_2 personal lo logrará el deportista que esté motivado al máximo y realice la prueba en un ergómetro que simule al máximo el esfuerzo que requiere su deporte. Quizás las mujeres del estudio no practicaran el ciclismo, y su VO_2 máx se ha podido limitar debido a la imposibilidad de seguir el ritmo que marca el cicloergómetro por la falta de fuerza de piernas. Por lo que el tipo de esfuerzo a la hora de registrar el VO_2 máx tiene que ser tenido en cuenta. El VO_2 máx no sólo depende del deporte practicado, sino de la eficiencia mecánica de los que aguantan más tiempo, ya que mantener en distintos corredores la velocidad del VO_2 máx se produce el agotamiento en tiempos distintos. En deportes de equipo se suman otros factores como el puesto que tiene el jugador en el equipo (Tumilty, 1993).

5.5. CICLO MENSTRUAL Y CONDICIÓN FÍSICA

A continuación se muestra el análisis de los datos emitidos de las diferentes capacidades físicas básicas que constituyen la condición física de una persona y la discusión de los mismos.

En cuanto a los niveles de fuerza, por un lado, la **fuerza de prensión manual** en ambas manos, no sufre variaciones significativas en todo el ciclo menstrual. Y por otro lado, respecto a la **fuerza del tren inferior**, ni los resultados de torque ni de trabajo en las cuatro pruebas realizadas en el isocinético se alteraron en función de las fases del ciclo. Las percepciones de esfuerzo RPE de Borg al finalizar cada prueba, tampoco sufrieron cambios estadísticamente significativos.

En cuanto a la falta de cambios en los valores registrados en la escala de esfuerzo percibido en las distintas pruebas ejecutadas en el isocinético, podría prever que los niveles de fuerza fueran poco cambiantes independientemente de la fase del ciclo menstrual, como después se ha demostrado. Esto podría suponer que una percepción subjetiva inalterada mantenga los mismos niveles de motivación y de esfuerzo a la hora de desempeñar cualquier tipo de esfuerzo físico, por lo que favorecerá el rendimiento físico deportivo.

Estos resultados se ratifican en la mayoría de las investigaciones plasmadas anteriormente en la Tabla 2 sobre la función del músculo, en los cuales no se encuentra ninguna correlación con las variaciones en la concentración de las hormonas reproductivas femeninas, ni se producen cambios significativos en los parámetros de la función muscular (Janse de Jonge y cols., 2001; Gür, 1997; Kubo y cols., 2009; Elliott y cols., 2003; DiBrezza y cols., 1991; Fridén y cols., 2003b; y Montgomery y Shultz, 2010) ni en las propiedades mecánicas del músculo y del tendón humano (Kubo y cols., 2009; y Burgess y cols., 2010); así como en la resistencia muscular (Fridén y cols., 2003b) durante el ciclo menstrual. Tampoco se han encontrado ninguna variación en los niveles de fuerza isocinética de los flexores y extensores de la rodilla entre la fase folicular y lútea (Lebrun y cols., 1995); ni en la fuerza isométrica máxima voluntaria de los flexores y extensores de la rodilla durante dos ciclos menstruales consecutivos en mujeres moderadamente activas, entre la temprana fase folicular, la ovulación y la fase media lútea (Fridén y cols., 2003); así como en la fuerza de prensión, la fuerza isocinética e isotónica de flexión y extensión de la rodilla en la pierna y la fuerza en press banca durante el ciclo menstrual ovulatorio (Constantini y cols., 2005); ni en la fuerza manual medida en cinco fases del ciclo (menstruación, la ovulación, medio folicular, medio lútea y premenstrual) (Birch y Reilly, 2002).

Otras investigaciones también observaron la ausencia de efectos significativos de las fases del ciclo menstrual en las medidas de la fuerza (Higgs y Robertson, 1981; y Quadagno y cols., 1991), ni en las características contráctiles del músculo (Janse de Jonge, 2003), ni en la

fuerza muscular de los cuádriceps, la fatigabilidad o propiedades contráctiles estimuladas eléctricamente en tres fases del ciclo menstrual (Janse de Jonge y cols., 2001).

En mujeres que practicaban culturismo, no se llegó a alcanzar una diferencia significativa entre la fuerza en la menstruación y en el día 15 del ciclo (Machado y cols., 2002). Además, se ha demostrado que las fases del ciclo menstrual no perjudican ni en reposo ni en respuesta a un ejercicio agudo a la síntesis de proteínas miofibrilar ni a la síntesis de colágeno del músculo en la mujer (Miller y cols., 2006) comprobado a través de un ejercicio de piernas en diferentes fases del ciclo.

Estos datos podrían explicar que las hormonas sexuales esteroideas que marcan cada fase del ciclo, no tienen ningún efecto o el suficiente potencial para afectar al sistema muscular de mujeres entrenadas.

Estos hallazgos son importantes para los resultados clínicos, la capacidad de esfuerzo y el riesgo de lesión, ya que las propiedades de los tendones y del músculo no cambian en función de la fase del ciclo menstrual y por tanto, no necesariamente tiene que ser considerados en la organización de programas de entrenamiento y competición.

Sin embargo, hay otras investigaciones que evidencian cambios en distintas fases del ciclo.

En cuanto a la menstruación, se han registrado tanto mayores niveles de fuerza de prensión manual (handgrip) (Davies y cols., 1991), como menores niveles de fuerza en la fase premenstrual, y menor potencia durante la fase menstrual, en un estudio que midió en cuatro fases diferentes del ciclo (menstruación, fase estrogénica, ovulación, y fase progestágena) (Jacobson y Lentz, 1999).

Respecto a la fase lútea, se ha informado de una disminución de fuerza y resistencia isométrica, relacionada con un aumento de la temperatura del músculo durante esa fase (Lebrun, 1993), así como menor fuerza en ejercicios excéntricos en mujeres que entrenaban resistencia (Markofski y Braun, 2014). A su vez, también se ha demostrado lo contrario respecto a la fase lútea, es decir, mayores incrementos de fuerza y de hipertrofia muscular en la fase lútea respecto a la fase folicular (Sakamaki y cols., 2012).

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

Parece ser que también existe una correlación entre la densidad mineral ósea, la fuerza muscular máxima de los músculos flexores y extensores del tronco y de los extensores de la rodilla y la concentración de progesterona en mujeres gimnastas (Helge y Kanstrup, 2002).

Esta mayor fuerza en la fase lútea puede indicar que la concentración de progesterona (propia de la fase lútea) juega un papel en la formación ósea, afectando así al impacto positivo de la fuerza muscular (Helge y Kanstrup, 2002).

De todos modos, estos datos emitidos por los diferentes estudios sobre la fase menstrual y luteínica, cuyos resultados son contradictorios, no permiten dar una justificación consistente y clara de tales comportamientos en los niveles de fuerza durante el ciclo. En este caso, quizás sea la variabilidad individual o el planteamiento metodológico, las causas que expliquen los efectos contrarios en las mismas fases.

En cuanto a la ovulación, otros estudios comprobaron un incremento de fuerza justo antes de la ovulación en la fuerza de los cuádriceps y de prensión manual en handgrip o dinamometría manual (Sarwar y cols., 1996), y en la contracción voluntaria máxima (Iwamoto y cols., 2002). En este caso, posiblemente el cambio en la función del músculo en la mitad del ciclo podría ser debido al incremento en los niveles de estrógeno que ocurre justo antes de la ovulación. Esto también se especula por el efecto del estrógeno sobre la fuerza muscular debido a la pérdida de fuerza muscular con el inicio de la menopausia (Phillips y cols., 1996). De hecho, se está convirtiendo en un potencial el uso clínico de la terapia de reemplazo de estrógeno en mujeres postmenopáusicas para preservar la fuerza muscular (Meeuwssen y cols., 2000).

Se han encontrado una correlación significativa entre los diferentes parámetros de fuerza y la acumulación de estradiol (Reis y cols., 1995). Los efectos anabólicos de esta hormona pueden promover el aumento muscular máximo en ciertos momentos durante el ciclo menstrual (Bernardes y Radomski, 1998).

Los motivos de dichos efectos podrían ser debido a un mecanismo subyacente basado en receptores de estrógeno, que mejora la calidad intrínseca del músculo esquelético en la unión de la miosina fuertemente a la actina durante la contracción, implicado un efecto cualitativo de estradiol sobre el músculo esquelético (Lowe y cols., 2010).

El estrógeno también se ha demostrado que desempeña un papel importante en la estimulación de la reparación del músculo y los procesos regenerativos, incluyendo la activación y proliferación de células satélites.

Es necesario destacar que otro de los motivos que pudiera justificar estos cambios en la fuerza, como la posible influencia de la acción de la testosterona sobre la fuerza muscular. La testosterona es un andrógeno típicamente masculino, pero también se produce en pequeñas cantidades en los ovarios de las mujeres y de las glándulas suprarrenales (Llewellyn, 2010). Los andrógenos promueven la síntesis de proteínas y el crecimiento de los tejidos musculares con los receptores de andrógenos. Sus efectos anabólicos incluyen el crecimiento de la masa muscular, aumento de la densidad ósea y de la fuerza (Shahidi, 2001). A pesar de que los niveles de testosterona se ha demostrado que aumentan durante la ovulación, no hay una clara evidencia que haya demostrado que los cambios en las propiedades contráctiles del músculo sean causados por esta hormona (Sarwar y cols., 1996).

En este caso, en el presente trabajo no fueron registrados los niveles de fuerza durante el momento de la ovulación, por lo que no sabemos si realmente podrían haber variado o no. De todos modos, se tomaron los valores de fuerza en la fase folicular, donde también se sitúan niveles elevados de estrógeno, aun que no tanto de testosterona, y en el cual no se percibieron dichos incrementos en los niveles de fuerza. El motivo de este comportamiento podría ser porque en los estudios con seres humanos no han delineado claramente estos efectos, atribuido a una serie de factores, como la edad, el nivel de condición física, el tipo e intensidad de los ejercicios y las diferencias de sexo que por lo general implican factores hormonales, además de los estrógenos (Enns y Tiidus, 2010).

En relación a la **flexibilidad anterior y posterior del tronco**, los niveles obtenidos de las dos pruebas utilizadas para su evaluación, no variaron de forma significativa en ninguna de las tres fases. Estos resultados son respaldados por la bibliografía encontrada que no detectaron cambios significativos en los niveles de flexibilidad en las distintas fases del ciclo menstrual (Delgado y Cossío, sin año; Chaves y cols., 2002; Melegario y cols., 2006; Mattos y cols., 2006; y Teixeira y cols., 2012). Estas investigaciones han sido realizadas sobre una gran variedad de articulaciones, como la coxo-femoral (Delgado y Cossío, sin año), las articulaciones de hombro, codo, cadera, rodilla y flexibilidad de espalda (Mattos y cols., 2006), en la prueba “sit and reach” (Teixeira y cols., 2012), e incluso para los 20 movimientos de flexibilidad que abarca el Flexitest (Chaves y cols., 2002).

Por un lado, esta ausencia de variación en los niveles de flexibilidad podría ser debido a la falta de una variación lo suficientemente grande en nuestra muestra experimental en los niveles de progesterona, estrógenos y relaxina, que según un estudio, generan cambios cíclicos en la laxitud ligamentaria (Griffin y cols., 2006).

Por otro lado, y a pesar del comprobado cambio en la elasticidad de los músculos debido a la temperatura (Jarosch, 2011), es posible que realizar las pruebas en tres días diferentes, haga que las condiciones no sean exactamente las mismas y no se puedan apreciar con tanta precisión los cambios en la elasticidad. El cuerpo de los sujetos posiblemente sea diferente al estar condicionado tanto por la temperatura ambiente, como incluso por la práctica física que hayan podido realizar ese día en las clases. Todo esto, a pesar de contar con un laboratorio que mantiene estable su temperatura ambiente, y de asegurarnos durante las pruebas de llevar a cabo un protocolo que permite que todas partan de la misma situación de reposo o calentamiento.

Una vez más, parece ser que la peculiaridad de cada sujeto es el factor que más condicione si realmente su ciclo afecte o no a la elasticidad y extensibilidad muscular, como a la amplitud articular de su cuerpo.

Sin embargo, hay estudios que afirman que el ciclo menstrual afecta a los niveles de flexibilidad. Deportistas de natación sincronizada mejoraron los niveles de flexibilidad durante la fase menstrual en las pruebas de sit and reach y en espagat frontal y lateral (Padro, 2013). También se ha demostrado que en la ovulación disminuye la rigidez (Bell y cols., 2009), aumenta la laxitud ligamentosa (Constantini y cols., 2005), y se produce una mayor extensibilidad de los músculos isquiotibiales (Bell y cols., 2009). Esto se corrobora en un estudio donde si bien no hubo un efecto inducido por los estrógenos en la rigidez de la pierna cuando los niveles de estrógeno fueron elevados significativamente durante la ovulación, si aumentó la extensibilidad del tejido conectivo y disminuyó el control neuromuscular (Bryant y cols., 2011). Respecto a estos cambios, hay estudios que tienen como criterio no medir la flexibilidad a las mujeres durante la fase ovulatoria (Eiling y cols., 2007). Otro estudio demostró que la elasticidad resulta afectada no sólo por estradiol, sino también por la temperatura del tejido, aun que el estradiol tuvo mayor impacto en la elasticidad del LCA (Lee y cols., 2013).

En relación al ciclo menstrual y laxitud de ligamento, se han estudiado las lesiones en las mujeres, que de alguna manera puede tener cierto vínculo con el grado de flexibilidad. En el libro de Cevallos y Molina (2007), donde analizaron como factores de riesgo asociados a las lesiones de rodilla en mujeres adolescentes, se señalan los factores hormonales como los aspectos inherentes a las condiciones propias de las mujeres para lesionarse la articulación de la rodilla, dadas las propiedades de los estrógenos para modificar la laxitud ligamentaria (Liu y cols., 1997). Al parecer, las variaciones en los niveles de hormonas femeninas a través del ciclo menstrual pueden traer algún tipo de susceptibilidad para la lesión de rodilla en mujeres deportistas al producir cambios cíclicos en la laxitud ligamentaria, llegándose a proponer la existencia de una predisposición de lesión en determinados días del ciclo menstrual (Hewett, Zazulak y Myer, 2007), en los cuales las mujeres deben ser especialmente protegidas ante la inminencia de lesión.

En cuanto al factor neuromuscular, parece ser el más importante en la tasa de lesiones del LCA en mujeres (Ireland, 2002; y Hewett, 2000). Como el estrógeno, la progesterona, y la relaxina pueden afectar a la función neuromuscular, cambios en los niveles hormonales durante el ciclo menstrual puede ser una causa para la dispersión de lesión a lo largo del ciclo. En un estudio sobre la actualización de la lesión del LCA (Shultz y cols., 2012) el riesgo de sufrir una lesión de LCA parece ser mayor durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual que durante la fase posovulatoria y en atletas de élite femenina que han elevado las concentraciones de relaxina en los niveles de suero.

Por un lado, la explicación a estos cambios podría ser por los cambios hormonales a lo largo del ciclo menstrual, que pueden aumentar la laxitud ligamentosa y disminuir el rendimiento neuromuscular (Hewett, 2000; y Constantini y cols., 2005). Se ha demostrado que los estrógenos regulan la síntesis de colágeno de los ligamentos en tejidos humanos (Liu y cols., 1997), y los receptores de los estrógenos en el tejido muscular esquelético influyen en el control neuromuscular (Bryant y cols., 2011). En cuanto a las fluctuaciones de progesterona, estrógenos y relaxina, generan cambios cíclicos en la laxitud ligamentaria (Griffin y cols., 2006).

Por otro lado, otra justificación a dichos cambios podría ser debido a la temperatura, que también es uno de los factores que afecta a la elasticidad en los músculos (Jarosch, 2011), de tal manera que, un aumento en la temperatura del tejido haciendo un ejercicio de calentamiento aumentará la extensibilidad del músculo y del tendón (Pasanen y cols., 2009). Por lo tanto, la temperatura del cuerpo que muestra un pico durante la fase lútea media,

mientras que en la fase folicular temprana y en la ovulación, es relativamente baja (Janse de Jonge y cols., 2012; y Petrofsky y cols., 2007) podría explicar este cambio en los niveles de flexibilidad en función de la fase del ciclo.

Estos aspectos que posiblemente den explicación a cómo el ciclo menstrual influyen sobre la extensibilidad de los tejidos y así repercutir en los niveles de flexibilidad, y que nuestro estudio no confirma, es probable que no siempre suceda así. De hecho, varios estudios han informado de un aumento en la laxitud del LCA de la rodilla en la fase ovulatoria, donde la temperatura es comparativamente más baja que otras fases (Park y cols., 2009; y Heitz y cols., 1999), ya que la temperatura interna aumenta después de la ovulación.

La contradicción de los diferentes resultados emitida por la bibliografía existente sobre los cambios o no en los niveles de flexibilidad, hay que añadir los numerosos factores que según un artículo podrían alterar dichos valores. Delgado, Martín, Zurita, Antequera y Fernández, (2009), señalan como principales factores influyentes en la flexibilidad los aspectos anatómicos y biomecánicos, las articulaciones y los movimientos que ellas pueden efectuar, las características musculares y neurofisiológicas (elasticidad, tono muscular, coordinación intramuscular e intermuscular), la edad, el estado psíquico, el nivel de activación o la motivación. Todos ellos favorecen o dificultan la movilidad en ese momento, junto con el ambiente, la temperatura y la hora del día. Además señala que se puede desarrollar mayor o menor movilidad según el entrenamiento y el grado de ejercicio, la fatiga y el calentamiento. Por lo tanto, todos estos factores pueden ser los motivos que justifiquen la ausencia de cambios en los niveles de flexibilidad a lo largo del ciclo menstrual.

Una posible mejora en la presente investigación respecto a la medida de la flexibilidad hubiera sido no utilizar unidades lineales (centímetros o milímetros), ya que la medida correcta de un arco de movimiento debe ser circular (grados o radianes) debido a que las medidas lineales suelen verse comprometidas por la influencia de los parámetros antropométricos del individuo (Irurtia, Busquets, Carrasco, Ferrer y Marina, 2010). Quizás, si se hubiera medido en grados, la medición hubiera sido más precisa aún y posiblemente más sensible a cualquier posible cambio en los niveles de flexibilidad.

También podría explicar en parte nuestros resultados, el tratarse de una muestra sin síndrome premenstrual, ya que curiosamente se ha informado que dicho síndrome afecta al riesgo de lesiones en algunas mujeres en comparación con aquellas que no experimentan

síntomas (Möller-Nielsen y Hammar, 1989). Este menor riesgo de una muestra que no padece síntomas que perjudican su estado de salud los que permita que ese riesgo de lesión que lleva consigo una mayor laxitud ligamentosa no se produzca en nuestros sujetos.

Cabe destacar que dichos estudios sobre la flexibilidad emplearon pruebas distintas y en diferentes fases, lo que hace difícil comparar resultados. Son necesarios estudios que analicen las mismas pruebas, en las mismas fases del ciclo, con una muestra mayor y de características similares para clarificar dichos aspectos.

En cuanto a la **potencia anaeróbica**, de entre todos los valores obtenidos de las pruebas de saltos, sólo el índice de fatiga varió significativamente ($p < 0,05$) a lo largo del ciclo menstrual, siendo mayor en la fase folicular y menor en la fase lútea. Ni las alturas alcanzadas, ni la potencia anaeróbica láctica mostró cambios en la comparativa entre fases.

Los datos emitidos por este trabajo se refuerzan por los resultados recogidos en otros estudios realizados con mujeres activas y bajos los mismos test empleados. No se han observado cambios en la fuerza explosiva en las distintas fases del ciclo menstrual (fase menstrual, folicular y luteínica) medida a través del test CMJ libre de brazos en estudiantes de INEF con ciclo menstruales regulares (Nácher y cols., 1995), ni en deportistas integrantes de preselecciones nacionales de balonmano y gimnasia rítmica con el mismo test CMJ pero sin ayuda de manos (Izquierdo y Almenares, 2002).

También se ha comprobado a través de estudios que evalúan con la prueba de sprints, que la capacidad anaeróbica no es afectada por las fases del ciclo menstrual en mujeres físicamente activas con ciclos regulares (Shaharudin y cols., 2011), así como tampoco sufre cambios entre fases, la potencia máxima de salida, ni la potencia media, ni el porcentaje de recuperación (Tsampanoukos, Peckham, James y Nevill, 2010).

Otro estudio que comparó los efectos del ciclo menstrual en la ejecución de un ejercicio de alta intensidad (test Wingate) confirma que para mujeres moderadamente activas, la potencia anaeróbica no se encuentra influenciada por las fases del ciclo menstrual (Bushman y cols., 2006).

Estos resultados parecen ser debidos a que las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual no interfieren en la ejecución de una prueba a intensidad máxima del cuerpo como

pueden ser a través de saltos, corriendo un sprint e incluso a través de una prueba de máxima potencia en un cicloergómetro.

Otras fuentes bibliográficas en cambio, sí observan una mayor capacidad anaeróbica y de potencia máxima durante la fase lútea (Miskec y cols., 1995; y Masterson, 1999). Una investigación demostró que un grupo de mujeres con síntomas pre y menstruales, redujo un 8% la potencia máxima del salto en la menstruación en comparación con la fase folicular (Giacomini, Bernard, Gavarry, Altare y Falgairette, 2000).

En mujeres jóvenes activas que realizaron 10 sprints de 6 segundos en un cicloergómetro, no encontró diferencias entre la fase media folicular (día 6-10) y la fase tarde lútea (días 20-24), en la potencia, en la caída del trabajo, en el VO_2 y en el lactato al minuto y a los 3 minutos (Middleton y Wenger, 2006). Sin embargo, el promedio del trabajo durante la serie de sprints y el VO_2 en la recuperación fue mayor en la fase lútea que en la folicular (Middleton y Wenger, 2006).

Los motivos de las mejoras en la potencia principalmente en la fase lútea y los peores resultados durante la fase pre y menstruales, quizás sea debido a la presencia o ausencia de los síntomas del síndrome premenstrual o menstrual que podrían tener un efecto, posiblemente a través del ciclo de estiramiento-acortamiento de los tendones y ligamentos. De esta manera, teniendo en cuenta que las mujeres de nuestra investigación no tienen el síndrome premenstrual y menstrual, quedaría justificada la ausencia de cambios en los niveles de potencia durante el ciclo menstrual.

Respecto al índice de fatiga, y su fluctuación a lo largo del ciclo, no ha sido posible contrastarlo con otras investigaciones debido a que no se han encontrado estudios que analicen este aspecto en el ciclo menstrual.

Finalmente, los valores en las distintas **pruebas de equilibrio** (los resultados del test de flamenco y en la plataforma Biodex Balance System BBS), sobre el número de apoyos realizados con la pierna libre en un minuto, no se alteraron de forma significativa a lo largo del ciclo menstrual.

De todos los índices obtenidos en la plataforma BBS, solo el índice anterior/posterior con visión cambia significativamente ($p < 0,05$) en el ciclo menstrual, siendo más alto en la fase menstrual, y más bajo en la fase lútea.

Respecto a la mayoría de valores obtenidos sin modificaciones a lo largo del ciclo, un estudio respalda dicho comportamiento, en el que las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual (preovulatorio en comparación con posovulatorio) no afectó a la laxitud del tobillo o al control postural dinámico, dos factores que están asociados con la inestabilidad del tobillo (Ericksen y Gribble, 2012).

Por contra, hay investigaciones que ratifican cambios en el control postural como consecuencia del ciclo menstrual (Fridén y cols., 2003a; Fridén y cols., 2005; y Darlington y cols., 2001). Mujeres con síndrome premenstrual tienen mayor oscilación postural y mayor umbral de detección de movimiento pasivo en la articulación de la rodilla, en la mitad de la fase lútea, que mujeres sin síndrome premenstrual (Fridén y cols., 2003a). Esta información se reafirma en otra investigación posterior, en la cual el control postural con una sola pierna, es alterado durante la fase lútea en mujeres con síntomas premenstruales sin detectar diferencias entre las fases en el grupo sin síntomas premenstruales (Fridén y cols., 2005). Del mismo modo, se ha comprobado que el ciclo menstrual influye en la estabilidad postural no en cuanto al balanceo anterior-posterior, pero sí afectó significativamente en la desviación lateral, con un balanceo en el día 5 significativamente mayor que en los días 12 y 21, y un balanceo en el día 25 significativamente mayor que en el día 21 (Darlington y cols., 2001).

Por lo tanto, para justificar tanto la ausencia de cambios en la flexibilidad, como las variaciones en el control postural durante el ciclo, podría ser debido a si la muestra padece o no el síndrome premenstrual. Por lo que no tener síntomas premenstruales durante la fase media lútea puede ser el motivo importante para explicar que nuestras mujeres no cambian la mayoría de los parámetros de medición del equilibrio, y para explicar que quizás los peores valores estadísticamente significativos en el índice anterior/posterior con visión durante la menstruación, sea quizás por algún que otro síntoma menstrual.

También se ha revisado diferente bibliografía sobre otros posibles motivos que provocan los cambios o no en el equilibrio, como en función del género (Fort y cols., 2009), de la altura (Chiari, Rocchi y Cappello, 2002) y peso corporal de la persona (Hue y cols., 2007; y McGraw y cols., 2000), además de la hora del día (Gribble y cols., 2007), los esguinces de

tobillo (Martín-Casado y Aguado, 2011) e incluso la influencia debido al tipo de deporte practicado (Bressel y cols., 2007).

En la comparativa de los niveles de equilibrio entre género, utilizando tres tests unipodales de dificultad progresiva (ojos abiertos, cerrados y en salto), las mujeres muestran mayor equilibrio (menor desviación del centro de presiones) en los tests más dinámicos (ojos cerrados y salto) en comparación con los hombres; y mayor desviación del centro de presiones en la pierna no dominante en la recepción del salto (Fort y cols., 2009).

La magnitud de la oscilación postural se ve afectado por la altura de un atleta, por el modelo del péndulo invertido, que establece que la diferencia del centro de masa y el centro de presión es proporcional a la aceleración horizontal del centro de gravedad (Winter, 1995). Esto es apoyado por un estudio de 25 hombres y 25 mujeres adultos que encontraron que tanto el equilibrio como la velocidad media de balanceo eran fuertemente dependiente de la altura (Chiari y cols., 2002).

En cuanto a cómo puede afectar el peso corporal al equilibrio, existe una relación lineal entre la magnitud de la pérdida de peso y la mejora del equilibrio, proporcionando un apoyo adicional a la sugerencia de que el peso corporal es un importante predictor de la estabilidad postural (Hue y cols., 2007). De hecho, se ha demostrado que a mayor IMC, mayor es el valor del índice de estabilidad antero-posterior, al encontrarse el sujeto con los ojos cerrados, determinando un peor equilibrio del sujeto en el plano sagital al cerrar éste los ojos. (Gallego y cols., 2011).

Respecto a la hora del día, se ha comprobado que tiene una influencia constante sobre el control postural dinámico y sugiere el desempeño de esta tarea de equilibrio puede ser mejor por la mañana que por la tarde o por la noche (Gribble y cols., 2007).

Otro aspecto que pudiera afecta a los diferentes componentes del control postural, podría ser el esguince lateral de tobillo, una de las lesiones más comunes ocurridas en el deporte. En una investigación se informó que los tobillos lesionados presentan mayores rangos de desplazamiento del centro de presiones y mayores tiempos de latencia de la musculatura, que aquellos con tobillos sanos (Martín-Casado y Aguado, 2011). También presentaron mayores tiempos de estabilización en el eje anteroposterior y menor alcance en las posiciones extremas que puede adoptar el centro de presiones (Martín-Casado y Aguado, 2011). Este

aspecto no ha sido considerado en la presente investigación, el cual podría explicar el comportamiento del equilibrio inter e intra sujeto y de ahí que exista resultados contrarios con planteamientos similares.

Otra variable que pudiera afectar al equilibrio de las mujeres puede ser el tipo de deporte practicado. Se ha demostrado que gimnastas y jugadoras de fútbol no difieren en términos de equilibrio estático y dinámico, pero por el contrario, jugadoras de baloncesto muestran un equilibrio estático inferior en comparación con las gimnastas y un equilibrio dinámico inferior en comparación con las jugadoras de fútbol (Bressel y cols., 2007).

Al parecer, todas estas variables analizadas que intervienen en la estabilidad postural y en el equilibrio, no han sido demasiado influyentes en nuestra muestra experimental, ya que la mayoría de ellas obtiene unos niveles de equilibrio similares durante todo el ciclo menstrual. Aun que hay que destacar que todas fueron mujeres, realizadas prácticamente a la misma hora del día o muy similar, y donde al parecer los esguinces y el deporte practicado no debió ser muy distinto entre ellas por las pocas variaciones en sus niveles.

Una vez analizadas todas estas variables que pueden alterar el equilibrio, hubiera sido de interés haberlas considerado en esta investigación para ayudar a esclarecer y a encontrar los posibles motivos a los resultados obtenidos en la misma.

5.6. CICLO MENSTRUAL Y PARÁMETROS PSICOLÓGICOS

El primer lugar, en cuanto al parámetro psicológico registrado en la prueba de esfuerzo y en las diferentes pruebas en el isocinético, sobre la **percepción subjetiva del esfuerzo** realizado utilizando la escala RPE de Borg, no cambió de forma significativa en relación a la fase del ciclo menstrual.

Son muchos los estudios que respaldan los resultados obtenidos en este trabajo, en los cuales no han encontrado pruebas concluyentes en los cambios de la percepción del esfuerzo a través de los ciclos menstruales (Janse de Jonge, 2003; Frankovich y Lebrun, 2000; De Souza y cols., 1990; Dombovy y cols., 1987; y Nicklas y cols., 1989). Tampoco se han observado cambios en la percepción del esfuerzo de Borg en una prueba de esfuerzo en cicloergómetro en dos fases, fase folicular (entre los días 5 y 8) y la fase lútea (entre los días 22 y 25) (García y cols., 2006), ni en cinco días distintos del ciclo menstrual (los días 2, 8, 14, 20 y 26 del ciclo

menstrual (Stephenson y cols., 1982), así como tampoco en cinco fases del ciclo menstrual en un ejercicio de levantamiento de peso manual en mujeres (Birch y Reilly, 1999).

Estas investigaciones dan consistencia a nuestros resultados y nos acercan a la posible causa que de justificación a dicho comportamiento durante un esfuerzo máximo. Podría ser que las fluctuaciones hormonales por las que atraviesa la mujer durante el ciclo sea compensado por otros mecanismos fisiológicos más potentes que permiten que la mujer no altere la percepción subjetiva del esfuerzo.

Otro posible motivo de no observar cambios en la puntuación en el esfuerzo podría ser porque la fase del ciclo menstrual tampoco parece influir en la magnitud de la analgesia inducida por el ejercicio (Hoeger Bement y cols., 2009). Según un estudio, mujeres que realizaron una contracción isométrica submáxima hasta el agotamiento durante la fase media-folicular y fase media-luteínica del ciclo menstrual, ni la percepción del dolor antes y después de un ejercicio, ni el tiempo hasta el agotamiento de la tarea variaron en las dos fases del ciclo menstrual (Hoeger Bement y cols., 2009).

A pesar de que la escala RPE de Borg está teórica y empíricamente vinculada a la FC en personas activas, en personas sedentarias se ha demostrado un bajo ajuste al percibir un mayor esfuerzo respecto a las medidas de FC indicada (Travlos y Marisi, 1996; y Chen, Fan y Moe, 2002). Si la percepción de esfuerzo RPE es el mejor indicativo de respuesta psicológica que corresponda a variables fisiológicas, serán necesarias muestras más grandes para detectar diferencias significativas en la respuesta psicológica a través del ciclo menstrual. Además, se informa de que para examinar las diferencias del ciclo menstrual, utilizar mujeres activas puede ser un problema, ya que a menudo han reducido las fluctuaciones hormonales durante todo el ciclo (Ellison, 2001). Por lo tanto, no puede experimentar las mismas respuestas fisiológicas o psicológicas durante el ejercicio, aquellas que son nuevas en la actividad física. Schoene y cols., (1981), encontraron que las mujeres con y sin entrenamiento habían aumentado el impulso respiratorio en la fase media lútea en comparación con la fase media folicular, pero este aumento fue significativamente mayor en las mujeres no entrenadas, que a su vez, también fueron las que tuvieron un rendimiento significativamente mejor en el ejercicio en la fase de medio folicular en comparación con la fase media lútea. En cuanto a las atletas, no tuvieron diferencias significativas en el rendimiento entre las fases menstruales. Por lo que esto sugiere el papel importante que tiene el entrenamiento de mujeres con un efecto protector hacia las fluctuaciones hormonales. Además, esta falta de cambio significativo está

respaldada por estudios que demuestran que las fluctuaciones cíclicas en otras variables psicológicas, tales como el estado de ánimo, el dolor y el deterioro de la concentración, obtuvieron puntuaciones más bajas en mujeres que realizan ejercicio regular (Cockerill, Nevill y Byrne, 1992; y Aganoff y Boyle, 1994).

Respecto a las investigaciones que afirman cambios en la percepción del esfuerzo a lo largo del ciclo menstrual, hay una gran diversidad en cuanto a la fase en la que se percibe mayor esfuerzo. De esta forma, se han registrado puntuaciones más altas de esfuerzo percibido (RPE) durante la fase lútea en comparación con la fase media folicular (Pivarnik y cols., 1992), y en la fase ovulatoria (14-16 días) en comparación a la media folicular (días 7-8) y media lútea (días 22-23) (Williams y cols., 2008). Otros por el contrario marcan un aumento del esfuerzo percibido en la fase premenstrual y durante los primeros días de la menstruación en ejercicio muy intenso (Lebrun, 1993), en jugadoras profesionales de voleibol en reposo y en estrés cardiovascular máximo (Cavlica y cols., 2009), e incluso en pruebas de carreras a intensidades submáximas (Gamberale y cols., 1975), como a intensidades máximas (Higgs y Robertson, 1981). Esta información se reafirma en mujeres sedentarias en una prueba de esfuerzo submáximo con mayor esfuerzo y dolor percibido a través de Borg RPE y CR-10 en la fase folicular temprana (Hooper y cols., 2011).

Según un estudio realizado con jugadoras de fútbol, hay una interferencia entre la fase menstrual (del primer al sexto día), la percepción subjetiva del esfuerzo en la escala CR-10 de Borg y el rendimiento en la prueba (Guijarro y cols., 2009). En esta correlación, si hay una percepción subjetiva del esfuerzo más elevada, ésta afecta al resultado en la prueba (Guijarro y cols., 2009). Esta correlación hace pensar que hay algunas jugadoras en la fase menstrual que son influidas por dicho momento del ciclo, mostrando un esfuerzo percibido CR-10 de Borg más alta y un rendimiento inferior mientras que, por el contrario, en jugadoras que no son tan influidas por dicha fase, mostrarían valores inferiores de CR-10 de Borg, coincidiendo con rendimientos superiores en la prueba (Guijarro y cols., 2009).

Los motivos de dichos cambios en la escala de Borg RPE pueden ser debido a que las fluctuaciones hormonales provoquen un cambio en la sensibilidad de la mujer (Hellström y Anderberg, 2003), en la función cerebral compleja y en la percepción del dolor (De Tommaso, 2011). Esto es debido a que la modulación central del dolor varía a través de fases, habiendo una prevalencia de excitación frente al inhibidor en el periodo premenstrual, lo que puede

explicar el empeoramiento cíclico de muchos síndromes, tales como la migraña (De Tommaso, 2011).

Las mujeres parecen aumentar el dolor clínico y experimental durante la temprana fase folicular y la tardía fase lútea, asociada con la disminución o los bajos niveles de estrógeno y progesterona (Martin, 2009). El estrógeno es conocido para modular el dolor en las mujeres, mejorar algunos tipos de dolores (por ejemplo, migrañas o artritis) pero agrava otros (Craft, 2007). Hellström y Anderberg (2003), demostraron que las mujeres con dolor crónico experimentan más dolor durante la fase menstrual, cuando los niveles hormonales son bajos, apoyando la hipótesis de que el estrógeno puede tener un efecto protector sobre el dolor crónico. Por ello, la menor sensibilidad al dolor parece ocurrir en las fases del ciclo asociadas con unos altos niveles de estrógenos. Esto también explicaría por qué en otro estudio se informa de que la inhibición del dolor es más eficaz en la fase ovulatoria del ciclo menstrual que en la fase folicular temprana (Rezaii, Hirschberg, Carlström y Ernberg, 2012).

También se sugiere que la progesterona juega un papel en la modulación del dolor durante la fase lútea temprana, ya que el aumento de los niveles de progesterona se correlacionó con una disminución del umbral isquémico y la tolerancia a la presión (Viana Ede, Bruno y Sousa, 2008).

La carencia de significación en la escala de Borg RPE tras el esfuerzo en nuestro estudio, puede estar dada por las características individuales, en relación con factores endógenos, exógenos y psíquicos en el marco del ciclo menstrual. Las mujeres moderadamente entrenadas están acostumbradas a soportar distintos tipos de cargas de entrenamientos independientemente de la fase del ciclo menstrual, como mostró el cuestionario de la AF, y ésta puede ser la causa por la cual no se altere la percepción del esfuerzo durante el ciclo. Por lo que sería conveniente garantizar un modelo de entrenamiento de acuerdo a las características particulares de cada mujer con el fin de obtener los mejores rendimientos.

Los datos de las seis variables que conforman el **estado de ánimo** según el test de POMS, junto con el trastorno del humor, no varían lo suficiente como para ser considerados significativos a lo largo de todo el ciclo menstrual.

Estos datos han sido corroborados por otras investigaciones en las que tampoco encuentran cambios significativos en los estados de ánimo y niveles de activación en las fases del ciclo menstrual (Parlee, 1982), así como ningún patrón de aumento de los síntomas del afecto negativo durante la fase premenstrual o menstrual del ciclo (Ainscough, 1990). En una revisión sobre estado de ánimo y el ciclo menstrual (Romans y cols., 2012), de los 47 estudios identificados, 18 (38,3%) no encontró ninguna asociación entre el estado de ánimo con cualquier fase del ciclo menstrual; aun que 18 sí encontraron una asociación entre el ánimo negativo en la fase premenstrual combinada con otra fase del ciclo menstrual, y sólo 7 (14,9%) se encontró una asociación de estado de ánimo negativo y la fase premenstrual. Por último, los 4 estudios restantes (8,5%) mostraron una asociación entre el estado de ánimo negativo y una fase no premenstrual (Romans y cols., 2012). También se ha informado que la salud física, el estrés percibido y el apoyo social son predictores más fuertes de estado de ánimo que la fase del ciclo menstrual, por lo que los resultados de este estudio no apoyan la idea generalizada de disforia premenstrual específica en las mujeres (Romans y cols., 2013).

En conjunto, todos estos estudios no proporcionan pruebas claras a favor de la existencia de un síndrome de estado de ánimo negativo premenstrual específico en la población general, por lo que esta creencia generalizada necesita ser aclarada, ya que vincula la reproducción femenina con la emocionalidad negativa.

A pesar de que en este trabajo no se aprecien variaciones significativas en el estado de ánimo durante el ciclo menstrual, hace años que estudios asociaron ciertos cambios del estado de ánimo como la ansiedad, la depresión, la confusión, la inestabilidad emocional, la irritabilidad, la pérdida de concentración, el letargo y la agresión/hostilidad, con el ciclo menstrual (Moos, 1977). Además, se ha informado de que los periodos de cambio hormonal están relacionados con cambios en el afecto y un aumento de trastornos mentales (Kaspi y cols., 1994; Freeman, 2003; Gonda y cols., 2008; y Kornstein y cols., 2008).

Según un estudio, los estados de ánimo negativos eran más predominantes en la fase lútea y menstrual, mientras que el aumento de los estados de ánimo positivos se situaba en las fases foliculares y ovulatorias (Collins y cols., 1985).

Respecto a la fase premenstrual del ciclo, los estudios afirman que se asocia con un estado de ánimo negativo (Gold y Severino, 1994; Richardson, 1995; Steiner, 1997; y Yonkers y cols., 2008), que puede contribuir a la aparición y el mantenimiento de una mala adaptación

clínica a la ansiedad en las mujeres (Nillni y cols., 2011) y con un aumento de aspectos psicológicos negativos (como ansiedad, tristeza, tensión o inestabilidad afectiva) y síntomas físicos (como dolores de cabeza o fatiga) (Bloch y cols., 1997; y Angst y cols., 2001). El seguimiento de los síntomas a través de tres ciclos menstruales consecutivos reveló que el 50,8 % de mujeres sanas sin síndrome disfórico premenstrual, tuvo un aumento del 66% o más en la gravedad de los síntomas físicos, aumentó la ansiedad no patológica, la depresión y los síntomas obsesivo-compulsivos; somatización; neuroticismo y la sensibilidad interpersonal en la fase premenstrual con respecto la fase folicular (Gonda y cols., 2008). Esto sugiere que incluso las mujeres sanas experimentan una fluctuación consistente en su estado emocional que afecta a todo el ciclo menstrual.

En cuanto a la fase menstrual, un estudio reportó que el 63% de las mujeres experimentan cambios en los síntomas del estado de ánimo hasta 3 días después del inicio de la menstruación, mientras que el 5% afirmó tener efectos debilitantes continuando hasta el final de la menstruación (Corney y Stanton, 1991).

En una investigación, la subescala del vigor fue significativamente menor durante la fase media lútea en comparación con la fase folicular temprana (Williams y Krahenbuhl, 1997). En mujeres corredoras moderadamente entrenadas, el trastorno total del estado de ánimo y las tres subescalas (depresión, fatiga y confusión) fueron significativamente mayores durante la fase media lútea en comparación con la temprana folicular.

Esto se puede explicar según Villaseca (2006) porque el momento ovulatorio es la fase del ciclo de mayor bienestar de la mujer, al ser el momento del ciclo en que hay mayor concentración de estrógeno y testosterona plasmática. Una vez que tiene lugar la ovulación, en relación al “*peak*” de LH, aparece el cuerpo lúteo, que empieza a sintetizar progesterona, en tanto que se mantienen niveles relativamente altos de estrógeno. A medida que aumenta la síntesis de progesterona, empieza a aparecer el síndrome premenstrual, que remite con la regla (Villaseca, 2006).

Otro motivo de los cambios en el estado de ánimo durante el ciclo podría estar justificado por el porcentaje importante de mujeres que experimenta problemas afectivos y del estado de ánimo, que se manifiestan después de que la joven completa su desarrollo sexual (Huerta, 2000). Al parecer, la edad de la menarquía representa un factor de vulnerabilidad para la morbilidad psiquiátrica y los factores biológicos desempeñan un papel

importante en los problemas afectivos de la mujer. Entre ellos, la producción de esteroides gonadales que caracteriza el brote puberal de las jóvenes, puede ser un factor modulador de neurotransmisores, los cuales tienen relación directa con el afecto y el estado de ánimo (Huerta, 2000). En la mujer, en edad reproductiva con diagnóstico de síndrome premenstrual, la disminución de la producción de estrógenos y el exceso de progesterona y sus metabolitos (pregnenolona y alopregnenolona), o la elevación y la supresión de estas hormonas, tienen efectos moduladores sobre los neurotransmisores centrales de la serotonina, la noradrenalina y el GABA (ácido gamma-aminobutírico) que, entre otros intervienen en las alteraciones afectivas de estas pacientes (Huerta, 2000).

En referencia por qué las mujeres de nuestro estudio no experimentan variaciones en su estado de ánimo podría ser debido a factores externos que pudieran interferir sobre el estado de ánimo, como el ejercicio regular (Weinberg y cols., 1988), el ejercicio aeróbico moderado (Petruzzello y cols., 1991; Moss y cols., 1989; y Norris y cols., 1990), la participación en competiciones (Balaguer y cols., 1993), otras enfermedades (DeJong y cols., 1985) e incluso rasgos de la personalidad (Gaion y Vieira, 2011).

Al contar con una muestra físicamente activa, se puede justificar que no se produzcan cambios en el ánimo ya que se ha demostrado que mujeres que realizan ejercicio regularmente obtienen puntuaciones significativamente más bajas en el afecto negativo, en el cambio de comportamiento y en el dolor (Aganoff y Boyle, 1994). Además se atenúa el estado de ánimo negativo produciendo disminuciones en la tensión, confusión, fatiga, ansiedad, depresión y manteniendo elevados los niveles de vigor, los cuales representan una salud mental positiva (Weinberg y cols., 1988).

En cuanto al tipo de ejercicio, parece ser que el ejercicio aeróbico moderado disminuye el estado de ánimo negativo (Petruzzello y cols., 1991; Moss y cols., 1989; y Norris y cols., 1990). Las mujeres que realizan ejercicio aeróbico regular y moderado muestran niveles significativamente más bajos de estados de humor negativos que las sedentarias (enojo, desprecio, aversión, tristeza, hostilidad, miedo, vergüenza, timidez y culpa, Test DESV-IV). Además tienen niveles más bajos en los cambios de comportamiento, dolor y deterioros en la concentración (Aganoff y Boyle, 1993). En un estudio con sedentarias, también sucedió tal efecto al someterlas a un programa de entrenamiento, ya que disminuyeron la ansiedad-cognitiva, aun que apenas produjo cambios en las dimensiones del estado de ánimo (González y cols., 1997).

Se ha demostrado que los que practicaban deporte obtienen en el test de POMS puntuaciones más positivas en algunos de los factores de la escala que los que no practican; al igual que los que compiten respecto a los que no compiten y como las personas que participan en competiciones respecto a las que no practican deporte (Balaguer y cols., 1993).

Al parecer es la frecuencia, en lugar de la intensidad del ejercicio, lo que disminuye el estado de ánimo negativo y los síntomas físicos que surgen durante el período premenstrual (Johnson, Carr-Nangle y Bergeron, 1995).

Los motivos de estas mejoras a través del ejercicio quizá sea porque disminuya las concentraciones de estrógenos, reduzca las catecolaminas circulantes, mejorando la tolerancia a la glucosa y elevando las concentraciones de endorfinas (Gannon, 1988). Por lo que estos datos se convierten en un motivo más que justifica que nuestras mujeres no resulten influenciadas por sus ciclos en el estado de ánimo.

Es importante evaluar la existencia de otras enfermedades médicas subyacentes que pudieran hacerse pasar por un síndrome premenstrual. Un trabajo reveló que el 75% de las mujeres que recibieron asistencia por síndrome premenstrual en consultas especializadas, tenía otro diagnóstico que justificó muchos de sus síntomas, fundamentalmente depresión mayor y otros trastornos del estado de ánimo (DeJong y cols., 1985).

También existe la posibilidad de que la personalidad tenga un papel importante para desencadenar o no cambios en el estado de ánimo durante el ciclo. En un estudio con atletas brasileñas, ciertos rasgos de personalidad pueden predisponer a las atletas a reaccionar más intensamente a las necesidades y presiones producidas por los cambios causados por el ciclo menstrual, contribuyendo a la aparición del síndrome premenstrual (Gaion y Vieira, 2011). Por lo que estos cambios no tienen por qué producirse en todas las mujeres, tal como se muestra en el presente trabajo.

En relación al test BDI, el **estado de depresión** no cambia con el ciclo menstrual y la puntuación que mide el grado de sintomatología está muy lejos de alcanzar un estado depresivo en todo el ciclo menstrual.

No se han encontrado estudios donde no se produzcan variaciones en el estado de depresión durante el ciclo menstrual. A pesar de ello, hay un estudio reciente que afirma que los síntomas físicos y psicológicos se presentan con mayor intensidad durante la fase premenstrual y menstrual (Zanin y cols., 2012). Este comportamiento podría explicar que las variaciones de los síntomas a lo largo del ciclo no se asocian a los cambios en la regularidad del estilo de vida, por lo que los síntomas inherentes al ciclo no afectarían al desempeño de la actividad habitual, posiblemente porque aquellos no son lo suficientemente intensos ni presentaron una connotación patológica, por lo que serían síntomas propios de la ciclicidad normal femenina (Zanin y cols., 2012).

Sin embargo, varios estudios demuestran el impacto de los cambios hormonales del ciclo menstrual en varios dominios cognitivos y afectivos (Greendale y cols., 2010; Ladouceur, 2012; y Workman, Barha y Galea, 2012). La bibliografía existente sitúa los mayores grados de depresión en fases del ciclo diferentes. Hay estudios que sitúan a la fase lútea tardía, caracterizada por la supresión de los estrógenos y la progesterona, como la fase que frecuentemente está asociada con cambios en el humor de tipo disfórico y con el empeoramiento de un episodio depresivo mayor (Endicott, 1993; y Kornstein y cols., 1995). Otro señala el periodo menstrual como la fase que predispone a la mujer a la depresión, donde entre el 65 y 85% de las mujeres del estudio presentaron al menos un síntoma depresivo todos los meses (Protopopescu y cols., 2005). En cambio, se ha demostrado una disminución de la conducta depresiva durante la etapa de la ovulación (Zanin y cols., 2012), en concordancia con lo publicado por Kiesner y Pastore, (2010); y García y cols., (2013), muy posiblemente debido al aumento de estrógenos durante esa etapa (García y cols., 2013).

Esto se explicaría por los efectos de los estrógenos y la progesterona, que han mostrado sus influencias sobre los sistemas de neurotransmisores, neuroendocrinos y circadianos, que han sido implicados en los trastornos del humor (García y cols., 2013). Hay estudios que argumentan de manera consistente que los estados depresivos se deben a un fallo del sistema serotoninérgico cerebral, que es el responsable de regular de manera importante los circuitos relacionados con el procesamiento emocional (Cowen, 2008), o por una disminución considerable de la actividad serotoninérgica cerebral (Nemeroff, 1998).

Las hormonas sexuales son conocidas por influir directamente en el hipotálamo y el hipocampo: áreas que están implicadas en el procesamiento emocional, la percepción y la memoria, así como en la interpretación de la información sensorial (Fanselow y Dong, 2010; y

Hines, 2010), y que influyen en una serie de neurotransmisores implicados en la regulación de la cognición y el afecto, incluyendo la acetilcolina, la serotonina, la dopamina y la norepinefrina (Mitsushima, 2010).

A nivel de SNC los esteroides sexuales producen distintos efectos, los estrógenos poseen una actividad neuromoduladora, mediante receptores que se encuentran localizados en diversas estructuras nerviosas, y además pueden modificar la concentración de neurotransmisores por distintos mecanismos. Por un lado, producen un aumento en la síntesis de catecolaminas, afectando su metabolismo mediante el incremento de la tasa de degradación de la monoamino oxidasa (MAO), enzima relacionada con el catabolismo de la noradrenalina, dopamina y serotonina, neurotransmisores involucrados en la estabilización del estado de ánimo (Vieitez y cols., 2000). Por otro lado, los estrógenos al incrementar la liberación sanguínea de triptófano, favorecen la síntesis de serotonina, neurotransmisor relacionado con la depresión. A la inversa de los estrógenos, la progesterona posee una acción estimulante de la MAO, incrementando de esta forma la degradación de las aminas endógenas, cuyos niveles plasmáticos disminuidos se asocian al estado de ánimo deprimido, apatía y fatiga (Viéitez y cols., 2000).

Independientemente de los niveles hormonales, también se ha demostrado que la asimetría frontal alfa se relaciona con un afecto negativo y con la depresión somática, y que las mujeres con síndrome disfórico premenstrual se encontraban en un estado de ánimo depresivo durante la fase lútea (Lin, Tsai, Peper y Yen, 2013). Los participantes con síndrome disfórico premenstrual tenían mayor asimetría frontal alfa que aquellos sin el síndrome disfórico premenstrual, y además, la depresión somática (a través del BDI II) se correlacionó positivamente con la asimetría alfa frontal bajo la etapa de inducción depresiva (Lin y cols., 2013).

Los motivos que pudieran explicar por qué en nuestro estudio las mujeres no experimentan cambios significativos en el estado depresivo durante el ciclo menstrual, podría ser por varios factores. Por un lado, por no tener síndrome disfórico premenstrual, y posiblemente no tener asimetría frontal alfa. Y por otro lado, que las mujeres evaluadas realicen ejercicio físico ha podido ser fundamental para evitar cambios a nivel de depresión, ya que se ha demostrado que el ejercicio aeróbico reduce los síntomas del síndrome premenstrual como el estado depresivo y la ansiedad (medidos por el BDI, el cuestionario de ansiedad, y síntomas diarios) (Samadi y cols., 2013). Además, en la reciente revisión de Orio y

cols., (2013), se informa que los estudios existentes respecto a la actividad física, insisten en que la actividad física mejora la autoestima, la depresión y la ansiedad.

Hay que señalar que hay una falta de consenso entre los investigadores acerca de los métodos a utilizar en la recogida de datos sobre experiencias menstruales de las mujeres. Existe una gran cantidad de instrumentos disponibles y una de las claves, en cuanto a cuestión metodológica se refiere, es a la negativa frente a los síntomas positivos (Choi y McKeown, 1997). Muchos instrumentos preguntan acerca de las experiencias negativas, como la depresión, la ansiedad, la irritabilidad, o ponen más énfasis en aspectos negativo que en las experiencias positivas, como la felicidad. Esto limita una descripción completa de las experiencias de humor premenstruales (Asso, 1992), ya que una mujer puede tener genéricamente un cambio de mayor amplitud en su estado de ánimo, tanto positivo como negativo, en ciertas fases del ciclo. Si se estudia sólo estado de ánimo negativo, erróneamente se llega a la conclusión de ser la única dirección en la que el estado de ánimo varía.

Finalmente es necesario destacar la actitud hacia el ciclo menstrual en general, y su efecto negativo en el rendimiento, en particular, ya que son a menudo influenciados por las creencias sociales y culturales, lo que puede dar lugar a profecías autocumplidas (Brooks-Gunn y Ruble, 1982). En años anteriores, un buen número de mujeres, incluyendo a atletas olímpicas, no entrenaban durante sus menstruaciones, una práctica que afortunadamente ya no es común. Las atletas y los entrenadores deben recibir información sobre la fisiopatología del ciclo menstrual y su relación con la actividad física y el rendimiento. Ellos deben entender que a pesar de las posibles y pequeñas desventajas fisiológicas en algunas áreas del rendimiento, una actitud psicológica positiva puede ser útil, ya que los récords mundiales se han roto durante la menstruación, y las medallas de oro olímpicas se han ganado durante todo el ciclo (Constantini y cols., 2005).

En este caso, los resultados no concluyentes invitan a seguir indagando sobre el estado de ánimo teniendo en cuenta cuestionarios más completos en los que tengan cabida estados de ánimo positivo así como una reeducación para eliminar las falsas creencias del ciclo menstrual.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

6. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

1. La cantidad e intensidad de actividad física realizada en las diferentes fases del ciclo menstrual se mantiene sin cambios en mujeres moderadamente entrenadas, por lo que cualquier fase del ciclo sería adecuada para realizar actividad física.
2. La calidad de vida relacionada con la salud no se altera en mujeres físicamente activas a lo largo del ciclo menstrual, por lo que podrían encontrarse en un estado óptimo de rendimiento y eficacia independientemente de la fase del ciclo menstrual en la que estuvieran.
3. La composición corporal no varía a lo largo del ciclo menstrual en mujeres físicamente activas, por lo que los cambios ocurridos serán consecuencia de otros factores.
4. En relación a la condición física, mientras que la fuerza, la flexibilidad y la potencia anaeróbica no se encuentran influenciados por el ciclo menstrual, las mujeres moderadamente entrenadas sitúan en la fase lútea su menor índice de fatiga y su menor índice anterior/posterior con visión en equilibrio.
5. Respecto a los parámetros cardiorrespiratorios, la frecuencia cardíaca en reposo y tras un esfuerzo submáximo, es significativamente mayor en la fase lútea y menor en la fase menstrual y folicular. La respuesta cardíaca al esfuerzo sería más eficiente durante la fase menstrual y folicular del ciclo.
6. La percepción subjetiva del esfuerzo realizado en ejercicios máximos se mantiene sin cambios durante las fases del ciclo menstrual en mujeres moderadamente entrenadas, por lo que a nivel motivacional y de esfuerzo, en cualquier fase del ciclo menstrual se puede tener el mismo grado de implicación para alcanzar un rendimiento máximo.
7. En cuanto a los aspectos psicológicos, el estado de ánimo y la depresión de mujeres jóvenes activas no varía entre una fase y otra del ciclo menstrual, por lo que la idea

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

tradicional de que las mujeres están muy influenciadas a nivel psicológico por las fases del ciclo menstrual parece no ser cierta en la población estudiada.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acker, S. (1994). Género y educación. Reflexiones sociológicas sobre mujeres, enseñanza y feminismo. Madrid: Narcea Ediciones.
- Adkisson, E. J., Casey, D. P., Beck, D. T., Gurovich, A. N., Martin, J. S., y Braith, R. W. (2010). Central, peripheral and resistance arterial reactivity: fluctuates during the phases of the menstrual cycle. *Experimental Biology and Medicine (Maywood)*, 235(1), 111-118. doi: 10.1258/ebm.2009.009186.
- Aganoff, J. A., y Boyle, G. J. (1994). Aerobic exercise, mood states and menstrual cycle symptoms. *Journal of Psychosomatic Research*, 38(3), 183-192.
- Agarwal, A. K., y Shah, A. (1997). Menstrual-linked asthma. *Journal of Asthma*, 34(6), 539-545.
- Ahrens, K. A., Vladutiu, C. J., Mumford, S. L., Schliep, K. C., Perkins, N. J., Wactawski-Wende, J., y Schisterman, E. F. (2014). The effect of physical activity across the menstrual cycle on reproductive function. *Annals of Epidemiology*, 24(2), 127-134. doi: 10.1016/j.annepidem.2013.11.002.
- Ainscough, C. E. (1990). Premenstrual emotional changes: A prospective study of symptomatology in normal women. *Journal of Psychosomatic Research*, 34(1), 35-45.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., ... Leon, A. S. (2003). Compendium of physical activities: an update of activity codes and METs intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(9), S498-S504.
- Allsen, P. E., Parsons, P., y Rex Bryce, G. (1977). The effect of the menstrual cycle on maximum oxygen uptake. *Physician and Sportsmedicine*, 5(7), 53-55.
- Alonso, J., Anto, J. M., y Moreno, C. (1990). Spanish version of the Nottingham Health Profile: translation and preliminary validity. *American Journal of Public Health*, 80(6), 704-708.
- Alonso, J., Prieto, L., y Antó, J. M. (1995). La versión española del SF-36 Health Survey (Cuestionario de Salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Medicina Clínica*, 104(20), 771-776.
- Altemus, M., Roca, C., Galliven, E., Romanos, C., y Deuster, P. (2001). Increased vasopressin and adrenocorticotropin responses to stress in the midluteal phase of the menstrual cycle. *Journal Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(6), 2525-2530.
- American Academy of Pediatrics, Committee on Adolescence, American College of Obstetricians y Gynecologists, Committee on Adolescent Health Care. (2006). Menstruation in girls and adolescents: using the menstrual cycle as a vital sign. *Obstetrics & Gynecology*, 118(5), 2245-2250. doi: 10.1542/peds.2006-2481.

- American College of Sport Medicine, ACSM. (2005). Manual ACSM para la Valoración y Prescripción del Ejercicio. Barcelona: Paidotribo.
- American Thoracic Statement. (1995). Standardization of spirometry. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 152(3), 1107-1136.
- Angst, J., Sellaron, R., Merikangas, K. R., y Endicott, J. (2001). The epidemiology of perimenstrual psychological symptoms. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 104(2), 110-116.
- Aragónés, M. T., Casajús, J. A., Rodríguez, F., y Cabañas, M. D. (1993). Protocolos de medidas antropométricas. En Esparza, F. (Dir.). *III Monografía de FEMEDE: Manual de Cineantropometría* (pp. 35-66). Pamplona: Femeede.
- Arnold, B. L., y Schmitz, R. J. (1998). Examination of balance measures produced by the Biodex Stability System. *Journal of Athletic Training*, 33(4), 323-327.
- Arnold, C., Van Bell, C., Rogers, V., y Cooney, T. (2002). The relationship between serum relaxin and knee joint laxity in female athletes. *Orthopedics*, 25(6), 669-673.
- Arruza, J., Alzate, R., y Valencia, J. (1996). Esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca: el control de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de judo. *Revista de Psicología del Deporte*, 5(2), 29-49.
- Asso, D. (1983). *The Real Menstrual Cycle*. New York: John Wiley & Sons.
- Asso, D. (1992). A reappraisal of the normal menstrual cycle. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 10, 103-109. doi: 10.1080/02646839208403942.
- Astorino, T. A., Roupoli, L. R., y Valdivieso, B. R. (2012). Caffeine does not alter RPE or pain perception during intense exercise in active women. *Appetite*, 59(2), 585-590. doi: 10.1016/j.appet.2012.07.008.
- Ayala, G., Bonilla, F., Páez, V., Pazmiño, E., González, G., y De la Torre, W. (1993). Parámetros espirométricos y ciclo menstrual en mujeres jóvenes. *Metro-Ciencia, Revista Médico Científica*, 3(1), 33-36.
- Ayuso-Mateos, J. L., Lasa, L., Vázquez-Barquero, J. L., Oviedo, A., y Díez-Manrique, J. F. (1999). Measuring health status in psychiatric community surveys: internal and external validity of the Spanish versión of the SF-36. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 99(1), 26-32.
- Badia, X., Fernández, E., y Segura, A. (1995). Influence of socio-demographic and health status variables on evaluation of health states in a Spanish population. *European Journal of Public Health*, 5, 87-93. doi: 10.1093/eurpub/5.2.87.

- Badia, X., Herdman, M., y Schiaffino, A. (1999). Determining correspondence between scores on the EQ-5D "thermometer" and a 5-point categorical rating scale. *Medical Care*, 37(7), 671-677.
- Bai, X., Li, J., Zhou, L., y Li, X. (2009). Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. *American Journal of Physiology, Heart and Circulatory Physiology*, 297(2), H765-H774. doi: 10.1152/ajpheart.01283.2008.
- Bailey, S. P., Zacher, C. M., y Mittleman, K. D. (2000). Effects of menstrual cycle phase on carbohydrate supplementation during prolonged exercise to fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 88(2), 690-697.
- Bains, G. K., y Slade, P. S. (1988). Attributional patterns, moods, and the menstrual cycle. *Psychosomatic Medicine*, 50(5), 469-476.
- Baker, F. C., y Driver, H. S. (2007). Circadian rhythms, sleep, and the menstrual cycle. *Sleep Medicine*, 8(6), 613-622.
- Balaguer, I., Fuentes, I., Meliá, J. L., García-Merita, M. L., y Pérez Recio, G. (1993). El Perfil de los Estados de Ánimo (POMS): Baremo para estudiantes valencianos y su aplicación en el contexto deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 4, 39-52.
- Bambaeichi, E., Reilly, T., Cable, N. T., y Giacomoni, M. (2004). The isolated and combined effects of menstrual cycle phase and time-of-day on muscle strength of eumenorrheic females. *Chronobiology International*, 21(4-5), 645-660.
- Bambaeichi, E., Reilly, T., Cable, N. T., y Giacomoni, M. (2005). Influence of time of day and partial sleep loss on muscle strength in eumenorrheic females. *Ergonomics*, 15; 48(11-14), 1499-1511.
- Barakat, R. (2006). El ejercicio físico durante el embarazo: para vivir un embarazo en forma. Madrid: Pearson Alhambra.
- Barbagallo, M., Dominguez, L. J., Licata, G., Shan, J., Bing, L., Karpinski, E., Pang, P. K., y Resnick, L. M. (2001). Vascular effects of progesterone: role of cellular calcium regulation. *Hypertension*, 37(1), 142-147.
- Barnard, K., Frayne, S. M., Skinner, K. M., y Sullivan, L. M. (2003). Health status among women with menstrual symptoms. *Journal of Women's Health (Larchmt)*, 12(9), 911-919.
- Battistella, L. R., y Shinzato, G. T. (1999). Retorno à atividade física póstratamento do aparelho locomotor. En: Ghoroyeb, N., y Barros, T., (Eds.). *O Exercício: por tração fisiológica avaliac,ão médica, aspectos especiais e preventivos* (pp 295-304). São Paulo: Atheneu.
- Bautista, C. J., Reyes, L. A., y Zambran, E. (2011). Regulación del apetito por las hormonas esteroides. *Revista de la Escuela de Medicina Dr. José Sierra Flores*, 25(2), 26-37.

- Bayle, M. L., Enea, C., Goetinck, P., Lafay, F., Boisseau, N., Dugué, B., ... Grenier-Loustalot, M. F. (2009). Quantitative analysis of DHEA and androsterone in female urine: investigating the effects of menstrual cycle, oral contraception and training on exercise-induced changes in young women. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 393(4), 1315-1325. doi: 10.1007/s00216-008-2549-z.
- Bazarganipour, F., Ziaei, S., Montazeri, A., Foroozanfard, F., Kazemnejad, A., y Faghizadeh, S. (2013). Psychological investigation in patients with polycystic ovary syndrome. *Health Qual Life Outcomes*, 16; 11(1), 141. doi: 10.1186/1477-7525-11-141.
- Beard, D., y Refshauge, K. (2000). Effects of ACL Reconstruction on proprioception and neuromuscular performance. En: Lephart, S. M., y Fu, F. H., (Eds.). *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* (pp 213-224). Philadelphia: Human Kinetics.
- Beck, A. T., Rush, A. J., Shaw, B. F., y Emery, G. (1979). *Cognitive Therapy of Depression: A Treatment Manual*. New York: Guilford Press.
- Beck, A. T., Steer, R. A., y Garbin, M. G. (1988). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of the valuation. *Clinical Psychology Review*, 8(1), 77-100.
- Beets, I. A. M., Mace, M., Meesen, R. L. J., Cuypers, K., Levin, O., y Swinnen, S. P. (2012). Active versus Passive Training of a Complex Bimanual Task: Is Prescriptive Proprioceptive Information Sufficient for Inducing Motor Learning? *PLoS ONE*, 7(5), e37687. doi: 10.1371/journal.pone.0037687.
- Beidleman, B. A., Rock, P. B., Muza, S. R., Fulco, C. S., Forte V. A., y Cymerman, A. (1999). Exercise VE and physical performance at altitude are not affected by menstrual cycle phase. *Journal of Applied Physiology*, 86(5), 1519-1526.
- Bell, D. R., Myrick, M. P., Blackburn, J. T., Shultz, S. J., Guskiewicz, K. M., y Padua, D. A. (2009). The effect of menstrual-cycle phase on hamstring extensibility and muscle stiffness. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4), 553-563.
- Bemben, D. A., Salm, P. C., y Salm, A. J. (1995). Ventilatory and blood lactate responses to maximal treadmill exercise during the menstrual cycle. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(4), 257-262.
- Bender, T., Nagy, G., Barna, I., Tefner, I., Kadas, E., y Geher, P. (2007). The effect of physical therapy on betaendorphin levels. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 371-382.
- Bernardes, R. P., y Radomski, M. W. (1998). Growth hormone responses to continuous and intermittent exercise in females under oral contraceptive therapy. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(1), 24-29.

- Bhandari, B., Bedi, M., y Varshney, V. P. (2013). Assessment of bronchial responsiveness on exposure to isometric exercise during different phases of menstrual cycle: A pilot study. *Indian Journal of Medical Sciences*, 67(1-2), 38-44. doi: 10.4103/0019-5359.120696.
- Birch, K. M., y Reilly, T. (1997). The effect of eumenorrheic menstrual cycle phase on physiological responses to a repeated lifting task. *Can Journal of Applied Physiology*, 22(2), 148-160.
- Birch, K. M., y Reilly, T. (1999). Manual handling performance: the effects of menstrual cycle phase. *Ergonomics*, 42(10), 1317-1332.
- Birch, K. M., y Reilly, T. (2002). The diurnal rhythm in isometric muscular performance differs with eumenorrheic menstrual cycle phase. *Chronobiology International*, 19(4), 731-742.
- Bloch, M., Schmidt, P. J., y Rubinow, D. R. (1997). Premenstrual síndrome: evidence for symptom stability across cycles. *American Journal of Psychiatry*, 154(12), 1741-1746.
- Bone, A., Leng, W. G., y Neil, R. (1989). Effects of exercise on the serum concentrations of FSH, LH, progesterone and estradiol. *European Journal of Applied Physiology*, 4(1), 15-23.
- Borg, G. (1962). *Physical Performance and Perceived Exertion*. Lund, Sweden: CWK Gleerup.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(2), 92-98.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Bortz, W. N., Angwin, P., Mefford, I. N., Boarder, M. R., Noyce, N., y Barchas, J. D. (1981). Catecholamines, dopamine and endorphin levels during extreme exercise. *New England Journal of Medicine*, 305(8), 466-467.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. Barcelona: INDE.
- Bosco, C., Luhtanen, P., y Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational*, 50(2), 273-282.
- Botella, J., y Clavero, J. A. (1993). *Tratado de ginecología: fisiología, obstetricia, perinatología, ginecología*. (14a ed). Madrid: Ediciones Díaz de Santos Madrid S.A.
- Boyle, G. J. (1985). The paramenstruum and negative moods in normal young women. *Personality and Individual Differences*, 6(5), 649-652.
- Bragança de Viana, M. M., Bastos de Andrade, A., Salguero del Valle, A., y González, R. (2008). Flexibilidad: conceptos y generalidades. *Revista Digital Buenos Aires*, Año 12 Nº 116. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd116/flexibilidad-conceptos-y-generalidades.htm>

- Braço, F. J., Maynar, M., y Timón, R. (2013). Evaluación Fisiológica en la Actividad Física y en el Deporte. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva S.L.
- Brener, W., Hendrix, T. R., y McHugh, P. R. (1983). Regulation of gastric emptying of glucose. *Gastroenterology*, 85(1), 76-82.
- Brennan, I. M., Feltrin, K. L., Nair, N. S., Hausken, T., Little, T. J., Gentilcore, D., ... Feinle-Bisset, C. (2009). Effects of the phases of the menstrual cycle on gastric emptying, glycemia, plasma GLP-1 and insulin, and energy intake in healthy lean women. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 297(3), G602-G610. doi: 10.1152/ajpgi.00051.2009.
- Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., y Heath, E. M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 42-46.
- Brooks, E. M., Morgan, A. L., Pierzga, J. M., Wladkowski, S. L., O'Gorman, J. T., Derr, J. A., y Kenney, W. L. (1997). Chronic hormone replacement therapy alters thermoregulatory and vasomotor function in postmenopausal women. *Journal of Applied Physiology*, 83(2), 477-484.
- Brooks, R., y el Grupo de EuroQol. (1996). EuroQol: the current state of play. *Health Policy*, 37(1), 53-72.
- Brooks-Gunn, J., y Ruble, D. N. (1982). Psychological determinants of menstrual product use in adolescent females. *Annals of Internal Medicine*, 96(6), 962-965.
- Brown, G. W., y Moran, P. M. (1997). Single mothers, poverty and depression. *Psychological Medicine*, 27(1), 21-33.
- Brutsaert, T. D., Spielvogel, H., Caceres, E., Araoz, M., Chatterton, R. T., y Vitzthum, V. J. (2002). Effect of menstrual cycle phase on exercise performance of high-altitude native women at 3600 m. *Journal of Experimental Biology*, 205(2), 233-239.
- Bryant, A. L., Crossley, K. M., Bartold, S., Hohmann, E., y Clark, R. A. (2011). Estrogen induced effects on the neuro-mechanics of hopping in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 111(2), 245-252. doi: 10.1007/s00421-010-1647-8.
- Buffenstein, R., Poppitt, S. D., McDevitt, R. M., y Prentice, A. M. (1995). Food intake and the menstrual cycle: a retrospective analysis, with implications for appetite research. *Physiology & Behavior*, 58(6), 1067-1077.
- Burgess, K. E., Pearson, S. J., y Onambélé, G. L. (2010). Patellar tendon properties with fluctuating menstrual cycle hormones. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2088-2095. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181aeb12b.

- Burrows, M., y Bird, S. R. (2005). Velocity at $V_{O_2 \max}$ 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.
- Bushman, B., Masterson, G., y Nelsen, J. (2006). Anaerobic power performance and the menstrual cycle: eumenorrheic and oral contraceptive users. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 132-137.
- Campbell, S. E., Angus, D. J., y Febbraio, M. A. (2001). Glucose kinetics and exercise performance during phases of the menstrual cycle: effect of glucose ingestion. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 281(4), E817-E825.
- Capdevila, L., y Niñerola, J. (2006). Evaluación psicológica en deportistas. Murcia: E. Garcés Deporte y Psicología.
- Carlsson, M., Hamrin, E., y Lindqvist, R. (1999). Psychometric assessment of the Life Satisfaction Questionnaire (LSQ) and a comparison of a randomized sample of Swedish women and those suffering from breast cancer. *Quality of Life Research*, 8(3), 245-253.
- Carter, J. R., Lawrence, J. E., y Klein, J. C. (2009). Menstrual cycle alters sympathetic neural responses to orthostatic stress in young, eumenorrheic women. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 297(1), E85-E91. doi: 10.1152/ajpendo.00019.2009.
- Carvajal, F. (2008). Incidencia del ciclo biológico femenino en el rendimiento deportivo. *Agencia Universitaria de Periodismo Científico, AUPEC*. Recuperado de <http://aupec.univalle.edu.co/informes/2008/noviembre/rendimiento.html>
- Casares, A (2006). Rendimiento deportivo durante el ciclo menstrual. Sport Training. AC Entrenamietnos. Recuperado de http://www.anacasares.com/media/publicaciones/ST/14_rendimientodeportivoduran teelciclomenstrual.pdf
- Cavlica, B., Bereket Yucel, S., Darcin, N., Mirzai, I. T., y Erbuyun, K. (2009). Pain perception of female professional volleyball players during different phases of menstruation. *AGRI*, 21(1), 29-35.
- Chan, N. N, MacAllister, R. J., Colhoun, H. M., Vallance, P., y Hingorani, A. D. (2001). Changes in endothelium-dependent vasodilatation and alpha-adrenergic responses in resistance vessels during the menstrual cycle in healthy women. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(6), 2499-2504.
- Chaves, C. P. G., Simao, R., y Araujo, C. G. S. (2002). Ausência de variaÇao da flexibilidade durante o ciclo menstrual em universitarias. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8(6), 212-218.

- Chávez, C. M., y González, P. I. (2008). Presencia de la depresión perinatal y la relación madre-infante. Estrategia metodológica para una mirada sociocultural. *Diversitas, Perspectivas en Psicología*, 4(1), 101-111.
- Checkley, S. (1996). The neuroendocrinology of depression and chronic stress. *British Medical Bulletin*, 52(3), 597-617.
- Chen, M. J., Fan, X., y Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the Borg Ratings of Perceived Exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Sports Science*, 20(11), 873-899.
- Chiari, L., Rocchi, L., y Cappello, A. (2002). Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clinical Biomechanics*, 17(9-10), 666-677.
- Choi, H. M., Stebbins, C. L., Nho, H., Kim, M. S., Chang, M. J., y Kim, J. K. (2013). Effects of ovarian cycle on hemodynamic responses during dynamic exercise in sedentary women. *Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, 17(6), 499-503. doi: 10.4196/kjpp.2013.17.6.499.
- Choi, P. Y., y McKeown, S. (1997). What are young undergraduate women's qualitative experiences of the menstrual cycle? *Journal of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*, 18(4), 259-265.
- Chong, E., y Enson, M. H., (2000). Peak expiratory flow rate and premenstrual symptoms in healthy nonasthmatic women. *Pharmacotherapy*, 20(12), 1409-1416.
- Chung, M. H., y Yang, Ch. (2011). Heart rate variability across the menstrual cycle in shift work nurses. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 3(3), 121-125.
- Cockerill, I. M., Nevill, A. M., y Byrne, N. C. (1992). Mood, mileage and the menstrual cycle. *British Journal of Sports Medicine*, 26(3), 145-150.
- Cockerill, L. M., Wormington, J. A., y Nevill, A. M. (1994). Menstrual-cycle effects on mood and perceptual-motor performance. *Journal of Psychosomatic Research*, 38(7), 763-771.
- Coffey, S., Bano, G., y Mason H. D. (2006). Health-related quality of life in women with polycystic ovary syndrome: A comparison with the general population using the Polycystic Ovary Syndrome Questionnaire (PCOSQ) and the Short Form-36 (SF-36). *Gynecological Endocrinology*, 22(2), 80-86.
- Collins, A., Eneroth, P., y Landgren, B. (1985). Psychoneuroendocrine stress responses and mood as related to the menstrual cycle. *Psychosomatic Medicine*, 47(6), 513-527.
- Collins, P. (1996a). Estrogen and cardiovascular dynamics. *American Journal of Sports Medicine*, 24, S30-S32.
- Collins, P. (1996b). Vascular aspects of oestrogen. *Maturitas*, 23(2), 217-226.

- Collins, P., Beale, C. M., y Rosano, G. M. C. (1996). Oestrogen as a calcium channel blocker. *European Heart Journal*, 17(suppl D), 27-31.
- Consejo de Europa y Comité para el Desarrollo del Deporte. (1992). EUROFIT, Test Europeo de Aptitud Física. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Consejo Superior de Deportes.
- Constantini, N. W., Dubnov, G., y Lebrun, C. M. (2005). The menstrual cycle and sport performance. *Clinical Sports Medicine*, 24(2), e51-e82, xiii-xiv. Review.
- Constantini, N. W., y Warren, M. P. (1995). Menstrual dysfunction in swimmers: a distinct entity. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 80(9), 2740-2744.
- Corney, R. H., y Stantñon, R. (1991). A survey of 658 women who reported symptoms of premenstrual syndrome. *Journal of Psychosomatic Research*, 35(4), 471-482.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder, B. M., y Shultz, S. J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of Athletic Training*, 40(1), 41-46.
- Council of Europe EUROFIT y European Test of Physical Fitness (2a ed.). (1993). EUROFIT Test Battery. Strasbourg: Council of Europe Committee for the Development of Sport.
- Cowen, P. (2008). Serotonin and depression: pathophysiological mechanism or marketing myth? *Trends in Pharmacological Sciences*, 29(9), 433-436.
- Craft, R. M. (2007). Modulation of pain by estrogens. *Pain*, 132(1), S3-S12.
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381-1395.
- Da Silva, S. B., De Sousa, E., y Cordeiro, M. B. (2006). Changes in peak expiratory flow and respiratory strength during the menstrual cycle. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 150(2-3), 211-219.
- Dalton, K. (1964). The influence of menstruation on health and disease. *Proceeding of the Royal Society of Medicine*, 57(4), 262-264.
- Daniels, J. P. (2013). *Chronic pelvic pain and menorrhagia: Assessing treatment effectiveness*. (Tesis doctoral). Universidad van Amsterdam, Geneeskunde. Disponible en la base de datos de Digital Academic Reporsitory. (oai: ARNO: 443642).
- Darlington, C. L., Ross, A., King, J., y Smith, P. F. (2001). Menstrual cycle effects on postural stability but not optokinetic function. *Neuroscience Letters* 20, 307(3), 147-150.
- Das, T. K., (1998). Effects of menstrual cycle on timing and depth of breathing at rest. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 42(4), 498-502.

- Das, T. K., y Jana, H. (1991). Basal oxygen consumption during different phases of menstrual cycle. *Indian Journal of Medical Research*, 94, 16-19.
- Davies, B. N., Elford, J. C., y Jamieson, K. F. (1991). Variations in performance in simple muscle tests at different phases of the menstrual cycle. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(4), 532-537.
- De Castro, S. (1993). Manual de Patología General. Barcelona: Editorial Masson.
- De Mouzon, J., Testart, J., Lefevre, B., Pouly, J. L., y Frydman, R. (1984). Time relationships between basal body temperature and ovulation or plasma progesterins. *Fertil Steril*, 41(2), 254-259.
- De Souza, M. J., Maguire, M. S., Rubin, K. R., y Maresh, C. M. (1990). Effects of menstrual phase and amenorrhea on exercise performance in runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22(5), 575-580.
- De Tommaso, M. (2011). Pain perception during menstrual cycle. *Current Pain & Headache Reports*, 15(5), 400-406. doi: 10.1007/s11916-011-0207-1.
- Dean, T. M., Perreault, L., Mazzeo, R. S., y Horton, T. J. (2003). No effect of menstrual cycle phase on lactate threshold. *Journal of Applied Physiology*, 95(6), 2537-2543.
- DeJong, R., Rubinow, D. R., Roy-Byrne, P., Hoban, M. C., Grover, G. N., y Post, R. M. (1985). Premenstrual mood disorder and psychiatric illness. *American Journal of Psychiatry*, 142(11), 1359-1361.
- Delgado, D., y Cossío, E. Á. (sin año). Comportamiento de la flexibilidad de la articulación coxo-femoral durante el ciclo sexual femenino en atletas de gimnasia musical aerobia. Grupo Plaza de Deportes. Recuperado de <http://www.plazadedeportes.com/hnnoticia.cgi?1140,123,0,0,,0>
- Delgado, O., Martín, M. A., Zurita, F., Antequera, J. J., y Fernández, M. (2009). Evolutividad de la capacidad flexora según el sexo y el nivel de enseñanza. *Apunts Medicina de l'Esport*, 44(161), 10-17. Recuperado de http://www.apunts.org/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13135385&pident_usuario=0&pident_revista=277&fichero=277v44n161a13135385pdf001.pdf&ty=20&accion=L&origen=apunts&web=www.apunts.org&lan=es
- Dent, J. R., Fletcher, D. K., y McGuigan, M. R. (2012). Evidence for a non-genomic action of testosterone in skeletal muscle which may improve athletic performance: Implications for the female athlete. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(3), 363-370. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3737931/>

- DiBrezzo, R., Fort, I. L., y Brown, B. (1991). Relationships among strength, endurance, weight and body fat during three phases of the menstrual cycle. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(1), 89-94.
- Dimitriev, D. A., Saperova, E. V., Dimitriev, A. D., y Karpenko Iu, D. (2007). Features of cardiovascular functioning during different phases of the menstrual cycle. *Rossiiskii Fiziologicheskii Zhurnal Imeni I.M. Sechenova*, 93(3), 300-305.
- Dombovy, M. L., Bonekat, H. W., Williams, T. J., y Staats, B. A. (1987). Exercise performance and ventilatory response in the menstrual cycle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 19(2), 111-117.
- Donoso, B., Mariscal, M., Olea, F., Hernández, J., Ribas, A., Mercadé, J., ... Fetiche, B. (2007). Valoración de la respuesta fisiológica de la mujer al esfuerzo en diferentes fases del ciclo. *Archivos de Medicina del Deporte. Comunicaciones*, 24(121), 376-389.
- Dunne, F. P., Barry, D. G., Ferriss, J. B., Grealy, G., y Murphy, D. (1991). Changes in blood pressure during the normal menstrual cycle. *Clinical Science*, 81(4), 515-518.
- Dvir, Z. (2003). *Isokinetics: muscle testing, interpretation and clinical application*. (2a ed.) London: Churchill Livingstone.
- Edler, C., Lipson, S. F., y Keel, P. K. (2007). Ovarian hormones and binge eating in bulimia nervosa. *Psychotherapy Psychosomatic Medicine Psychology*, 37(1), 131-141.
- Eiling, E., Bryant, A. L., Petersen, W., Murphy, A., y Hohmann, E. (2007). Effects of menstrual-cycle hormone fluctuations on musculotendinous stiffness and knee joint laxity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(2), 126-132.
- Eliasson, O., Scherzer, H. H., y DeGraff, A. C. (1986). Morbidity in asthma in relation to the menstrual cycle. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 77(1 Pt 1), 87-94.
- Elliott, K. J., Cable, N. T., Reilly, T., y Diver, M. J. (2003). Effect of menstrual cycle phase on the concentration of bioavailable 17- β oestradiol and testosterone and muscle strength. *Clinical Science*, 105(6), 663-669.
- Ellison, P. T. (2001). *On fertile ground*. Cambridge, MA: Harvard University Press Elsevier España, S. L.
- Endicott, J. (1993). The menstrual cycle and mood disorders. *Journal of Affect Disorders*, 29(2-3), 193-200.
- Enns, D. B., y Tiidus, P. M. (2010). The influence of estrogen on skeletal muscle. Sex matters. *Sports Medicine*, 40(1), 41-58. doi: 10.2165/11319760-000000000-00000.
- Ericksen, H., y Gribble, P. A. (2012). Sex differences, hormone fluctuations, ankle stability, and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*, 47(2), 143-148.

- Escobar, M., Pipman, V., Arcari, A., Boulgourdjian, E., Keselman, A., Pascualini, T., ... Blanco, M. (2010). Trastornos del ciclo menstrual en la adolescencia. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 108(4), 363-369.
- Esformes, J. I., Norman, F., Sigley, J., y Birch, K. M. (2006). The influence of menstrual cycle phase upon postexercise hypotension. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(3), 484-491.
- Eston, R. G., y Burke, E. J. (1984). Effects of the menstrual cycle on selected responses to short constant-load exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 145-153. doi: 10.1080/02640418408729710. Recuperado de http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/.VAmWPZR_v6g
- EuroQol Group. (1990). A new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy*, 16(3), 199-208.
- Fanselow, M. S., y Dong, H. W. (2010). Are the dorsal and ventral hippocampus functionally distinct structures? *Neuroscience*, 65(1), 7-19. doi: 10.1016/j.neuron.2009.11.031.
- Farha, S., Asosingh, K., Laskowski, D., Hammel, J., Dweik, R. A., Wiedemann, H. P., y Erzurum, S. C. (2009). Effects of the menstrual cycle on lung function variables in women with asthma. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 180(4), 304-310. doi: 10.1164/rccm.200904-0497OC.
- Feher, J. (2012). *Quantitative Human Physiology: An Introduction*. United States of America: Academic Press Series in Biomedical Engineering.
- Felipe, C. (2011). Beneficios de la práctica de actividad física durante la menstruación. *Revista Digital: Lecturas de Educación Física y Deportes, Buenos Aires. Año 15, Nº 153*. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd153/beneficios-de-la-actividad-fisica-durante-la-menstruacion.htm>
- Fernández, A., Muñiz, Y., y Llerena, M. (2010). Ciclo menstrual y rendimiento físico en estudiantes de Secundaria Básica. *Portaldeportivo La Revista, Deporte, Ciencia y Actividad Física, Año 3, Nº 18*. Recuperado de <https://docs.google.com/file/d/0By5IKN600OnZTWJKVW4xZFp3aUU/edit?pli=1>
- Fernández, J. (1989). Adolescencia y Deporte. *Apunts Medicina de l'Esport*, 9(36), 181-190. Recuperado de http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13104382&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=277&ty=139&accion=L&origen=bronco%20&web=www.apunts.org&lan=es&fichero=277v9n036a13104382pdf001.pdf

- Filaire, E., y Lac, G. (2000). Dehydroepiandrosterone (DHEA) rather than testosterone shows saliva androgen responses to exercise in elite female handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 21(1), 17-20.
- Fomin, S, Pivovarova, V. I., y Voronova, V. (1989). Changes in special working capacity and mental stability of well-trained. Women skiers at various phases of the biological cycle. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 1(2), 89-92. doi: 10.1080/15438628909511852.
- Fort, A., Romero, D., Costa, Ll., Bagur, C., Lloret, M., y Montañola, A. (2009). Diferencias en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante. *Apunts Medicina de l'Esport*, 44(162), 74-81. Recuperado de http://www.apunts.org/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13139834&pident_usuario=0&pident_revista=277&fichero=277v44n162a13139834pdf001.pdf&ty=23&accion=L&origen=apunts&web=www.apunts.org&lan=es
- Frankovich, R. J., y Lebrun, C. M. (2000). Menstrual cycle, contraception, and performance. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 19(2), 251-271.
- Freeman, E. W. (2003). Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder: definitions and diagnosis. *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 25-37.
- Fridén, C., Hirschberg, A. L., Saartok, T., Bäckström, T., Leanderson, J., y Renström, P. (2003a). The influence of premenstrual symptoms on postural balance and kinesthesia during the menstrual cycle. *Gynecological Endocrinology*, 17(6), 433-439.
- Fridén, C., Hirschberg, A. L., y Saartok, T. (2003b). 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*, 13(4), 238-241.
- Fridén, C., Ramsey, D. K., Backstrom, T., Benoit, D. L., Saartok, T., y Lindén Hirschberg, A. (2005). Altered postural control during the luteal phase in women with premenstrual symptoms. *Neuroendocrinology*, 81(3), 150-157.
- Fu, Q., VanGundy, T. B., Shibata, S., Auchus, R. J., Williams, G. H., y Levine, B. D. (2010). Menstrual cycle affects renal-adrenal and hemodynamic responses during prolonged standing in the postural orthostatic tachycardia syndrome. *Hypertension*, 56(1), 82-90. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.110.151787.
- Gagua, T., Besarion, T., y Gagua, D. (2013). Pain and quality of life of adolescents with primary dysmenorrhea in Tbilisi, Georgia, 2008. Cross sectional study. *Revista Colombiana Obstetricia y Ginecología*, 64(2), 100-106.
- Gaion, P. A., y Vieira, L. F. (2011). Influence of personality on pre-menstrual syndrome in athletes. *Spanish Journal of Psychology*, 14(1), 336-343.

- Gallego, A. M., Hita, F., Lomas-Vega, R., y Martínez-Amat, A. (2011). Estudio comparativo del índice de masa corporal y el equilibrio postural en estudiantes universitarios sanos. *Fisioterapia*, 33(3), 93-97. doi: 10.1016/j.ft.2011.03.003.
- Gamberale, F., Strindberg, L., y Wahlberg, I. (1975). Female work capacity during the menstrual cycle: physiological and psychological reactions. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 1(2), 120-127.
- Gannon, L. (1988). The potential role of exercise in the alleviation of menstrual disorders and menopausal symptoms: A theoretical synthesis of current research. *Women's Health*, 14(2), 105-127. doi: 10.1300/J013v14n02_07.
- Gao, X., Yeh, Y-Ch., Outley, J., Simon, J., Botteman, M., y Spalding, J. (2006). Health-related quality of life burden of women with endometriosis: a literature review. *Current Medical Research and Opinion's*, 22(9), 1787-1797.
- García, A. M., Lacerda, M. G., Fonseca, I. A., Reis, F. M., Rodrigues, L. O., y Silami-García, E. (2006). Luteal phase of the menstrual cycle increases sweating rate during exercise. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 39(9), 1255-1261. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2006005000007>.
- García, G. I., Aguilar, M., Aguilera, U., y Galicia, O. (2013). Evaluación de la depresión con relación al ciclo menstrual y la maternidad en mujeres jóvenes. *Psicología y Salud*, 23(1), 75-82.
- García, R. (2010). *Efectividad de la intervención educativa en el climaterio. Propuesta, desarrollo y evaluación de un programa basado en el modelo holístico*. (Tesis doctoral). Universidad de Salamanca. Departamento de Medicina. Facultad de Medicina. Disponible en la base de datos TDR Tesis Doctorales en Red: http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/76466/1/DME_Garcia_Paniagua_R_Efectividaddelaintervencion.pdf
- Gavali, M. Y., Gavali, Y. V., Gadkari, J. V., y Patil, K. B. (2013). Influence of menstrual cycle on lung functions in young healthy medical students. *International Journal of Healthcare & Biomedical Research*, 2(1), 30-34.
- George, K. P., Birch, K. M., Jones, B., y Lea, R. (2000). Estrogen variation and resting left ventricular structure and function in young healthy females. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 297-303.
- Giacomini, M., Bernard, T., Gavarry, O., Altare, S., y Falgairette, G. (2000). Influence of the menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 486-492.

- Giannatasio, C., Failla, M., Grappiolo, A., Stella, M. L., Bo, A. D., y Colombo, M. (1999). Fluctuations of artery distensibility throughout the menstrual cycle. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 19, 1925-1929.
- Gibbs, C. J., Coutts, L., Lock, R., Finnegan, O. C., y White, R. J. (1984). Premenstrual exacerbation of asthma. *Thorax*, 39(11), 833-836.
- Godoy, A., Guilarte, Y., Hernández, P., y Lainez, J. (2010). Menstruación y Rendimiento. *Revista Digital- Buenos Aires, Año 14, Nº 140*. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd140/menstruacion-y-rendimiento.htm>
- Gold, J. H., y Severino, S. K. (1994). *Premenstrual Dysphorias: Myths and Realities*. Washington, DC: American Psychiatric Press.
- Goldstein, S., Halbreich, U., Endicott, J., y Hill, E. (1986). Premenstrual hostility, impulsivity and impaired social functioning. *Journal of Psychosomatic Obstetrics and Gynecology*, 5, 33-38. doi: 10.3109/01674828609016740.
- Gómez, A. (2007). Alteraciones del control motor en miembros inferiores en féminas adolescentes: rol del entrenamiento neuromuscular preventivo. En Cevallos, D. del P., y Molina, N. C. (Eds.). *Educación corporal y salud: Gestación, infancia y adolescencia*, (pp. 143-162). Colombia: Funámbulos Editores.
- Gómez, R., y Velázquez, E. (2005). Influencia de los esteroides sexuales sobre el índice de resistencia a la insulina HOMAIR y presión arterial durante el ciclo menstrual. *Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela*. 65(1). Recuperado de [http://scielo.org.ve/scielo.php?pid=s\(0048-77322005000100003&script=sci_arttext](http://scielo.org.ve/scielo.php?pid=s(0048-77322005000100003&script=sci_arttext)
- Gonda, X., Telek, T., Juhász, G., Lazary, J. Vargha, A., y Bagdy, G. (2008). Patterns of mood changes throughout the reproductive cycle in healthy women without premenstrual dysphoric disorders. *Progress Neuropsychopharmacology & Biological Psychiatry*, 32(8), 1782-1788. doi: 10.1016/j.pnpbp.2008.07.016.
- González, E. (2013). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 60(2), 69-75. doi: 10.1016/j.endonu.2012.04.003.
- González, E., Núñez, J. M., y Salvador, A. (1997). Efectos de un programa de entrenamiento sobre el estado de ánimo y la ansiedad en mujeres sedentarias. *Psicothema*, 9(3), 487-797. Recuperado de <http://www.psicothema.com/pdf/120.pdf>
- González, J. J., y Villegas, J. A. (1999). *Monografías FEMEDE: Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales*. Pamplona: Editorial FEMEDE.
- Goodman, L. R., y Warren, M. P. (2005). The female athlete and menstrual function. *Current Opinion Obstetrics & Gynecology*, 17(5), 466-470.

- Gori, J. R., y Lorusso, A. (2001). Alteraciones del ciclo sexual bifásico. En J. R. Gori y A. Lorusso (Dir.). *Ginecología de Gori*, (pp 139-46). Buenos Aires: Editorial El Ateneo.
- Graham, J., y Clarke, C. (1997). Physiological action of progesterone in target tissues. *Endocrine Reviews*, 18(4), 502-519.
- Greendale, G. A., Wight, R. G., Huang, M. H., Avis, N., Gold, E. B., Joffe, H., ... Karlamangla, A. S. (2010). Menopause-associated symptoms and cognitive performance: results from the study of women's health across the nation. *American Journal of Epidemiology*, 171(11), 1214-1224. doi: 10.1093/aje/kwq067.
- Gribble, P. A., Tucker, W. S., y White, P. A. (2007). Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training* 42(1), 35-41.
- Griffin, L. Y., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Bahr, R., Beynon, B. D., Demaio, M., ... Yu, B. (2006). Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *American Journal of Sports Medicine*, 34(9), 1512-1532.
- Guasti, L., Grimoldi, P., Mainardi, L. T., Petrozzino, M. R., Piantanida, E., y Garganico, D. (1999). Autonomic function and baroreflex sensitivity during a normal ovulatory cycle in humans. *Acta Cardiologica*, 54(4), 209-213.
- Gür, H. (1997). Concentric and eccentric isokinetic measurements in knee muscles during the menstrual cycle: a special reference to reciprocal moment ratios. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(5), 501-505.
- Guía española de hipertensión arterial. (2005). Medida de la presión arterial. *Hipertensión*, 22(2), 16-26.
- Guijarro, E., de la Vega, R., y del Valle, S. (2009). Ciclo menstrual, rendimiento y percepción del esfuerzo en jugadoras de fútbol de élite. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(34), 96-104.
- Gurd, B. J., Scheid, J., Paterson, D. H., y Kowalchuk, J. M. (2007). O₂ uptake and muscle deoxygenation kinetics during the transition to moderate-intensity exercise in different phases of the menstrual cycle in young adult females. *European Journal of Applied Physiology*, 101(3), 321-330.
- Hackney, A. C., Muoio, D., y Meyer, W. R. (2000). The effect of sex steroid hormones on substrate oxidation during prolonged submaximal exercise in women. *Japanese Journal of Physiology*, 50(5), 489-494.
- Haggerty, C. L., Ness, R. B., Kelsey, S., y Waterer, G. W. (2003). The impact of estrogen and progesterone on asthma. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 90(3), 284-291.

- Halbreich, U., Borenstein, J., Pearlstein, T., y Kahn, L. S. (2003). The prevalence, impairment, impact, and burden of premenstrual dysphoric disorder (PMS/PMDD). *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 1-23.
- Hamilton, M., y Shapiro, C. M. (1990). Depression. En: Peck, D. F., y Shapiro, C. M. (Eds.). *Measuring human problems: a practical guide* (pp 27, 35, 184). New York: Wiley.
- Hanley, S. P. (1981). Asthma variation with menstruation. *British Journal of Diseases of the Chest*, 75(3), 306-308.
- Harlow, S. D., y Campbell, O. M. R. (2004). Epidemiology of menstrual disorders in developing countries: a systematic review. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, *BJOG*, 111(1), 6-16.
- Hartgens, F., y Kuipers, H. (2004). Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Medicine*, 34(8), 513-554.
- Hauswirth, C., y Le Meur, Y. (2011). Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: specific recommendations for female athletes. *Sports Medicine*, 41(10), 861-882. doi: 10.2165/11593180-000000000-00000.
- Heitz, N. A., Eisenman, P. A., Beck, C. L., y Walker, J. A. (1999). Hormonal changes throughout the menstrual cycle and increased anterior cruciate ligament laxity in females. *Journal of Athletic Training*, 34(2), 144-149.
- Helge, E. W., y Kanstrup, I. L. (2002). Bone density in female elite gymnasts: impact of muscle strength and sex hormones. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(1), 174-180.
- Hellström, B., y Anderberg, U. M. (2003). Pain perception across the menstrual cycle phases in women with chronic pain. *Perceptual & Motor Skills*, 96(1), 201-211.
- Hernández, J. L. (2004). La evaluación en educación física: investigación y práctica en el ámbito escolar. Barcelona: Graó.
- Hessemer, V., y Bruck, K. (1985). Influence of menstrual cycle on thermoregulatory, metabolic, and heart rate responses to exercise at night. *Journal of Applied Physiology*, 59(6), 1911-1917.
- Hewett, T. E. (2000). Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. Strategies for intervention. *Sports Medicine*, 29(5), 313-327.
- Hewett, T. E., Zazulak, B. T., y Myer, G. D. (2007). Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *American Journal of Sports Medicine*, 35(4), 659-668.
- Higgs, S. L., y Robertson, L. A. (1981). Cyclic variations in perceived exertion and physical work capacity in females. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 6, 191-196.

- Hills, A. P., y Parker, A. W. (1991). Gait characteristics of obese children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(6), 403-407.
- Hines, M. (2010). Sex-related variation in human behavior and the brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(10), 448-456. doi: 10.1016/j.tics.2010.07.005.
- Hoeger Bement, M. K., Rasiarmos, R. L., DiCapo, J. M., Lewis, A., Keller, M. L., Harkins, A. L., y Hunter, S. K. (2009). The role of the menstrual cycle phase in pain perception before and after an isometric fatiguing contraction. *European Journal of Applied Physiology*, 106(1), 105-112. doi: 10.1007/s00421-009-0995-8.
- Honisett, S. Y., Pang, B., Stojanovska, L., Sudhir, K., y Komesaroff, P. A. (2003). Progesterone does not influence vascular function in postmenopausal women. *Journal of Hypertension*, 21(6), 1145-1149.
- Hooper, A. E., Bryan, A. D., y Eaton, M. (2011). Menstrual cycle effects on perceived exertion and pain during exercise among sedentary women. *Journal of Women's Health (Larchmt)*, 20(3), 439-446. doi: 10.1089/jwh.2010.2042.
- Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J., Berrigan, F., Doré, J., Marceau, P., ... Teasdale, N. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & Posture*, 26(1), 32-38.
- Huerta, M. R. (2000). El estado de ánimo de la mujer durante su ciclo reproductivo. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Salud Mental*, 23(3), 52-60.
- Hueston, W. J., y Kasik-Miller, S. (1998). Changes in functional health status during normal pregnancy. *Journal of Family Practice*, 47(3), 209-212.
- Hunt, S. M., McEwen, J., y McKenna, S. P. (1985). Measuring health status: a new tool for clinicians and epidemiologists. *Journal of the Royal College of General Practitioners, BJGP*, 35(273), 185-188.
- Hunt, S. M., Mckenna, S. P., McEwen, J., Backett, E. M., Williams, J., y Papp, E. (1980). A quantitative approach to perceived health status: A validation study. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 34(4), 281-286. doi:10.1136/jech.34.4.281.
- Hunt, S. M., McKenna, S. P., McEwen, J., Williams, J., y Papp, E. (1981). The Nottingham Health Profile: Subjective health Status and medical consultations. *Social Science & Medicine*, 15(3 Pt 1), 221-229.
- Hunt, S. M., y McEwen, J. (1980). The development to a subjective health indicator. *Social Health Illnes*, 2(3), 231-246. doi: 10.1111/j.1467-9566.1980.tb00213.x.
- Iacovides, S., Avidon, I., Bentley, A., y Baker, F. C. (2013). Reduced quality of life when experiencing menstrual pain in women with primary dysmenorrhea. *Acta Obstetrics & Gynecology Scand.* 17. doi: 10.1111/aogs.12287.

- International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). (2005). Guidelines for data processing analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Short and Long Forms. 1-15. Recuperado de <http://www.ipaq.ki.se/scoring.pdf>
- Ireland, M. L. (2002). The female ACL: why is it more prone to injury? *Orthopaedics Clinical North American*, 33(4), 637-651.
- Irurtia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B., y Marina, M. (2010). Control de la flexibilidad en jóvenes gimnastas de competición mediante el método trigonométrico: un año de seguimiento. *Apunts Medicina de l'Esport*, 45(168), 235-242. Recuperado de http://www.apunts.org/apunts/ctl_servlet?_f=40&ident=13187348
- Isableu, B., Ohlmann, T., Cremieux, J., Vuillerme, N., Amblard, B., y Gresty, M. A. (2010). Individual differences in the ability to identify select and use appropriate frames of reference for perceptuo-motor control. *Neuroscience*, 169(3), 1199-1215. doi: 10.1016/j.neuroscience.2010.05.072.
- Iwamoto, Y., Kubo, J., Ito, M., Takemiya, T., y Asami, T. (2002). Variation in maximal voluntary contraction during the menstrual cycle. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 51(2), 193-201.
- Izquierdo, S., y Almenares, E. (2002). Mujer y deporte I. Evolución de las capacidades motrices a lo largo del ciclo menstrual. *Revista Digital Buenos Aires, Año 8. Nº 53*. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd53/mujer.htm>
- Jacobson, B. H., y Lentz, W. (1999). Strength and perceived performance differences during four phases of the menstrual cycle. *International Journal of Sports Medicine*, 3, 1-13.
- Janse de Jonge, X. A. (2003). Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(11), 833-851.
- Janse de Jonge, X. A., Boot, C. R. L., Thom, J. M., Ruell, P. A., y Thompson, M. W. (2001). The influence of menstrual cycle phase on skeletal musclecontractile characteristics in humans. *Journal of Physiology*, 530(1), 161-166.
- Janse de Jonge, X. A., Thompson, M. W., Chuter, V. H., Silk, L. N., y Thom, J. M. (2012). Exercise performance over the menstrual cycle in temperate and hot, humid conditions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(11), 2190-2198. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182656f13.
- Jarosch, R. (2011). The different muscle-energetics during shortening and stretch. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(5), 2891-2900. doi: 10.3390/ijms12052891.
- Johnson, W., Carr-Nangle, R., y Bergeron, K. (1995). Macronutrient intake, eating habits, and exercise as moderators of menstrual distress in healthy women. *Psychosomatic Medicine*, 57(4), 324-330.

- Jurkowski, J. E., Jones, N. L., Toews, C. J., y Sutton, J. R. (1981). Effects of menstrual cycle on blood lactate, O₂ delivery, and performance during exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 51(6), 1493-1499.
- Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine*, (15 Suppl 1), S11-S18.
- Kapilen, J., y Arrey, L. (1984). Higiene del deporte femenino. *Apunts Medicina de l'Esport*, 46(12), 33-34.
- Karlberg, J., Mattsson, L. A., y Wiklund, I. (1995). A quality of life perspective on who benefits from estradiol replacement therapy. *Acta Obstetrics & Gynecology Scand*, 74(5), 367-371.
- Kaspi, S. P., Otto, M. V., Pollack, M. H., Eppinger, S., y Rosenbaum, J. F. (1994). Premenstrual exacerbation of symptoms in women with panic disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 8, 131-138.
- Kaur, M., y Talwar, I. (2011). Body composition and fat distribution among older Jat females: a rural-urban comparison. *Homo*, 62(5), 374-385. doi: 10.1016/j.jchb.2010.05.004.
- Kaygisiz, Z., Erkasap, N., y Soydan, M. (2003). Cardiorespiratory responses to submaximal incremental exercise are not affected by one night's sleep deprivation during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 47(3), 279-287.
- Kelly, G. (2006). Body temperature variability (Part 1): a review of the history of body temperature and its variability due to site selection, biological rhythms, fitness, and aging. *Alternative Medicine Review*, 11(4), 278-293. <http://www.altmedrev.com/publications/11/4/278.pdf>
- Kessler, R. C., McGonagle, K. A., Swartz, M., Blazer, D. G., y Nelson, C. B. (1993). Sex and depression in the National Comorbidity Survey. I: Lifetime prevalence, chronicity and recurrence. *Journal of Affect Disorders*, 29(2-3), 85-96. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0165-0327\(93\)90026-G](http://dx.doi.org/10.1016/0165-0327(93)90026-G)
- Keye, W. R. (1985). Medical treatment of premenstrual syndrome. *Canadian Journal of Psychiatry*, 30, 483-487.
- Kiesner, J., y Pastore, M. (2010). Day-to-day co-variations of psychological and physical symptoms of the menstrual cycle: Insights to individual differences in steroid reactivity. *Psychoneuroendocrinology*, 35(5), 350-363. doi: 10.1016/j.psyneuen.2009.07.011.

- Kishali, N. F., Imamoglu, O., Katkat, D., Atan, T., y Akyol, P. (2006). Effects of menstrual cycle on sports performance. *International Journal of Neuroscience*, 116(12), 1549-1563.
- Kleiger, R., Stein, P., y Bigger, T. (2005). Heart rate variability: Measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiology, A. N. E.*, 10(1), 88-101.
- Klump, K. L., Culbert, K. M., Edler, C., y Keel, P. K. (2008). Ovarian hormones and binge eating: Exploring associations in community samples. *Psychother Psychosom Medicine Psychology*, 38(12), 1749-1757. doi: 10.1017/S0033291708002997.
- Klump, K. L., Keel, P. K., Burt, S. A., Racine, S. E., Neale, M. C., Sisk, Ch. L., y Boker, S. (2013a). Ovarian hormones and emotional eating associations across the menstrual cycle: an examination of the potential moderating effects of body mass index and dietary. *Restraint International Journal of Eating Disorders*, 463(3), 256-263. doi: 10.1002/eat.22084.
- Klump, K. L., Keel, P. K., Racine, S. E., Burt, S. A., Sisk, C. L., Neale, M., ... Hu, J.Y. (2013b). The interactive effects of estrogen and progesterone on changes in emotional eating across the menstrual cycle. *Journal of Abnormal Psychology*, 122(1), 131-137. doi: 10.1037/a0029524.
- Kornstein, S. G., Harvey, A. T., Rush, A. J., Wisniewski, S. R., Trivedi, M. H., Svikis, D. S., ... Harley, R. (2008). Self-reported premenstrual exacerbation of depressive symptoms in patients seeking treatment for major depression. *Psychother Psychosom Medicine Psychology*, 35(5), 683-692.
- Kornstein, S. G., Schatzberg, A. F., Yonkers, K. A., Thase, M. E., Keitner, G. I., Ryan, C. E., y Schlager, D. (1995). Gender differences in presentation of chronic major depression. *Psychopharmacol Bull*, 31(4), 711-718.
- Kotchen, J. M., y Kotchen, T. A. (2003) Impact of female hormones on blood pressure: review of potential mechanisms and clinical studies. *Current Hypertension Reports*. 5(6), 505-512.
- Kubo, K., Miyamoto, M., Tanaka, S., Maki, A., Tsunoda, N., y Kanehisa, H. (2009). Muscle and tendon properties during menstrual cycle. *International Journal Sports Medicine*, 30(2), 139-143. doi: 10.1055/s-0028-1104573.
- Ladouceur, C. D. (2012). Neural systems supporting cognitive-affective interactions in adolescence: the role of puberty and implications for affective disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6, 65. doi: 10.3389/fnint.2012.00065.
- Landgren, B., Under, A., y Diczfalusy, E., (1980). Hormonal profile of the cycle in 68 normally menstruating women. *Acta Endocrinology*, 94(1), 89-98.

- Lasa, L., Ayuso-Mateos, J. L., Vázquez-Barquero, J. L., Díez-Manrique, F. J., y Dowrick, C. F. (2000). The use of the Beck Depression Inventory to screen for depression in the general population: a preliminary analysis. *Journal of Affect Disorders*, 57(1-3), 261-265.
- Lebrun, C. M. (1993). Effect of the different phases of the menstrual cycle and oral contraceptives on athletic performance. *Sports Medicine*, 16(6), 400-430.
- Lebrun, C. M. (2000). Effects of the menstrual cycle and oral contraceptives on athletic performance. En: Drinkwater, B., (Ed.). *The encyclopedia of Sports Medicine, vol VIII: Women in sport* (pp 37-61). Oxford, United Kingdom: Blackwell Science.
- Lebrun, C. M., Joyce, S. M., y Constantini, N. W. (2013). Effects of Female Reproductive Hormones on Sports Performance. En Constantini, N. C., y Hackney, A. C. (Eds.) *Endocrinology of Physical Activity and Sport* (2a ed.) (pp 281-321). New York: Springer Science+Business Media. doi: 10.1007/978-1-62703-314-5_1.
- Lebrun, C. M., McKenzie, D. C., Prior, J. C., y Taunton, J. E. (1995). Effects of menstrual cycle phase on athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(3), 437-444.
- Lee, H., Petrofsky, J. S., Daher, N., Berk, L., Laymon, M., y Khowailed, I. A. (2013). Anterior cruciate ligament elasticity and force for flexion during the menstrual cycle. *Medical Science Monitor*, 29(19), 1080-1088. doi: 10.12659/MSM.889393.
- Leicht, A. S., Hirning, D. A., y Allen, G. D. (2003). Heart rate variability and endogenous sex hormones during the menstrual cycle in young women. *Experimental Physiology*, 88(3), 441-446.
- León, C. (2000). Influencia del sexo en la práctica deportiva. *Biología de la mujer deportista. Arbor CLXV*, 650, 249-263.
- Lester, N. A., Keel, P. K., y Lipson, S. F. (2003). Symptom fluctuation in bulimia nervosa: Relation to menstrual-cycle phase and cortisol levels. *Psychotherapy Psychosomatic Medicine Psychology*, 33(1), 51-60.
- Leung, K. C., Johannsson, G., Leong, G. M., y Ho, K. K. (2004). Estrogen regulation of growth hormone action. *Endocrine Reviews*, 25(5), 693-721.
- Lin, I. M., Tsai, Y. C., Peper, E., y Yen, C. F. (2013). Depressive mood and frontal alpha asymmetry during the luteal phase in premenstrual dysphoric disorder. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 39(5), 998-1006. doi: 10.1111/jog.12020.
- Litschauer, B., Zauchner, S., Huemer, K. H., y Kafka-Lutzow, A. (1998). Cardiovascular, endocrine, and receptor measures as related to sex and menstrual cycle phase. *Psychosomatic Medicine*, 60(2), 219-226.

- Liu, S. H., Al-Shaikh, R. A., Panossian, V., Yang, R. S., Nelson, S. D., Soleiman, N., ... Lane, J. M. (1996). Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *Journal of Orthopaedic Research*, 14(4), 526-533.
- Liu, S. H., Al-Shaikh, R. A., Panossian, V., Finerman, G. A., y Lane, J. M. Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament. (1997). A potential explanation for female athletic injury. *American Journal of Sports Medicine*, 25(5), 704-709.
- Llewellyn, W. (2010). *Anabolics*. USA: Molecular Nutrition.
- Lloyd, G. W., Patel, N. R., McGing, E., Cooper, A., Brennand-Roper, D., y Jackson, G. (2000). Does angina vary with the menstrual cycle in women with premenopausal coronary artery disease? *Heart*, 84(2), 189-192.
- Logue, C. M., y Moos, R. H. (1986). Perimenstrual symptoms: prevalence and risk factors. *Psychosomatic Medicine*, 48(6), 388-414.
- López, R. G. (1997). Capacidad física de trabajo y ciclo menstrual en atletas de alto rendimiento. Trabajo para optar por el título de especialista de primer grado en Medicina del Deporte. IMD. La Habana.
- Lorenzo, E., Nieto, O., Asenjo, M., y Molina, M. (2006). Ginecología y Obstetricia. Manual AMIR. *Ciclo Genital Femenino* (3a ed.) (pp 45-47). Madrid: Academia de estudios MIR S.L.
- Loir, M., McNair, D. M., Heuchert J. W. P., y Droppleman L. F. (1971, 1981, 1992, 2003). POMS Profile of Mood States. Multi-Health Systems. Recuperado de <http://www.mhs.com/>
- Lowe, D. A., Baltgalvis, K. A., y Greising, S. A. (2010). Mechanisms behind estrogen's beneficial effect on muscle strength in females. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 38(2), 61-67. doi: 10.1097/JES.0b013e3181d496bc.
- Lukes, A. S., Baker, J., Eder, S., y Adomako, T. L. (2012). Daily menstrual blood loss and quality of life in women with heavy menstrual bleeding. *Womens Health*, 8(5), 503-511. doi: 10.2217/whe.12.36.
- Machado, A. H., Silva, J. D., y Guanabario, R. (2002). An analysis of muscular strength in women who work-out during their periods and in the post menstrual phase. *Revista Digital Vida y Saúde*. Brasília-DF.
- Macnutt, M. J., De Souza, M. J., Tomczak, S. E., Homer, J. L., y Sheel, A. W. (2012). Resting and exercise ventilatory chemosensitivity across the menstrual cycle. *Journal of Applied Physiology*, 112(5), 737-747. doi: 10.1152/jappphysiol.00727.2011.
- Mantilla, S. C., y Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista*

- Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 10(1), 48-52. doi: 10.1016/S1138-6045(07)73665-1.
- Märker, K. (1981). Influence of athletic training on the maturity process in girls. *Medicine and Sport*, 15, 119-123.
- Markofski, M. M., y Braun, W. A. (2014). Influence of menstrual cycle on indices of contraction-induced muscle damage. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18. [Epub ahead of print]. PubMed PMID: 24552791.
- Martin, V. T. (2009). Ovarian hormones and pain response: A review of clinical and basic scientific studies. *Gender Medicine*, 6(2), 168–192. doi: 10.1016/j.genm.2009.03.006.
- Martín-Casado, L., y Aguado, X. (2011). Revisión de las repercusiones de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural. *Apunts Medicina de l'Esport*, 46(170), 97-105. doi: 10.1016/j.apunts.2011.04.002.
- Martínez, E. (2006). Pruebas de aptitud física. (2ª ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Martínez, E. J. (2003). La flexibilidad. Pruebas aplicables en educación secundaria. Grado de utilización del profesorado. *Revista Digital Buenos Aires*, 8(58). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd58/flex.htm>
- Martínez, E., Piedrafita, E., Fuentes, L., Miana, J., y García, J. (2007). Respuesta hematológica al ejercicio físico agudo en mujeres adolescentes durante el ciclo ovárico. *Archivos de Medicina del Deporte. Comunicaciones*, 24(121), 376-389.
- Masterson, G. (1999). The impact of menstrual phases on anaerobic power performance in collegiate women. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(4), 325-329.
- Mattos, S., Simão, R., Vale, R. G. S., Batista, L. A., y Novaes, J. S. (2006). The influence of menstrual cycle on the flexibility in practitioners of gymnastics at fitness centers. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(3), 114-117.
- McGraw, B., McClenaghan, B.A., Williams, H. G., Dickerson, J., y Ward, D. S. (2000). Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(4), 484-489.
- McHorney, C. A., Ware, J. E., Lu, R., y Sherbourne, C. D. (1994). The MOS 36-item short form health survey (SF-36) III. Tests of data quality scaling assumptions, and reliability across diverse patient groups. *Medical Care*, 32(1), 40-66.
- McKinley, P. S., King, A. R., Shapiro, P. A., Slavov, I., Fang, Y., Chen, I. S., ... Sloan, R. P. (2009). The impact of menstrual cycle phase on cardiac autonomic regulation. *Psychophysiology*, 46(4), 904-911. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00811.x.
- McNair D. M., Lorr, M., y Droppleman, L. F. (1992). Manual for the Profile of Mood States. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service.

- McNair, D., Lorr, M., y Droppelman, L. (1971). Profile of Mood States. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Services.
- Meeuwssen, I. B., Samson, M. M., y Verhaar, H. J. (2000). Evaluation of the applicability of HRT as a preservative of muscle strength in women. *Maturitas*, 36(1), 49-61.
- Melegario, S. M., Simão, R., Vale, R. G. S., Batista, L. A., y Novaes, J. S. (2006). A influencia do ciclo menstrual na flexibilidade em praticantes de ginastica de academia. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(3), 125-128. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922006000300003>.
- Mendelsohn, M., y Karas, R. (1999). The protective effects of estrogen on the cardiovascular system. *New England Journal of Medicine*, 340(23), 1801-1811. doi: 10.1056/NEJM199906103402306.
- Mesa, M. S. (2008). Métodos para la estimación de la composición corporal II. Antropometría aplicada a la Nutrición. Madrid: Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación.
- Middleton, L. E., y 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.
- Miller, B. F., Hansen, M., Olesen, J. L., Flyvbjerg, A., Schwarz, P., Babraj, J. A., ... Kjaer, M. (2006). No effect of menstrual cycle on myofibrillar and connective tissue protein synthesis in contracting skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 290(1), E163-E168. doi: 10.1152/ajpendo.00300.2005.
- Miller, V. M., y Duckles, S. P. (2008) Vascular actions of estrogens: functional implications. *Pharmacological Reviews*, 60(2), 210-241. doi: 10.1124/pr.107.08002.
- Minson, C.T., Halliwill, J. R., Young, T. M., y Joyner, M. J. (2000). Influence of the menstrual cycle on sympathetic activity, baroreflex sensitivity, and vascular transduction in young women. *Circulation*, 101(8), 862-868. doi: 10.1161/01.101.8.862.
- Miscec, C. M., Potteiger, J. A., Nau, K. L., y Zebras, C. J. (1995). Do varying environmental and menstrual cycle conditions affect anaerobic power output in female athletes? *Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 219-223. doi: 10.1519/1533-4287(1997)0112.3.CO;2.
- Mitsushima, D. (2010). Sex steroids and acetylcholine release in the hippocampus. *Vitamins & Hormones*, 82, 263-277. doi: 10.1016/S0083-6729(10)82014-X.
- Möller-Nielsen, J., y Hammar, M. (1989). Women's soccer injuries in relation to the menstrual cycle and oral contraceptive use. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 21(2), 126-129.

- Montagnani, C. F., Arena, B., y Maffulli, N. (1992). Estradiol and progesterone during exercise in healthy untrained women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24(7), 764-768.
- Montgomery, M. M., y 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. doi: 10.4085/1062-6050-45.6.586.
- Moore, K. L., y Persaud, T. V. N. (1999). Embriología Clínica. (6ª ed.). México: Interamericana Mc Graw-Hill.
- Moore-Ede, M. C., Sulzman, F. M., y Fuller, C. A., (1982). The clocks that time us: physiology of the circadian timing system. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press.
- Moos, R. H. (1977). Menstrual distress questionnaire manual. Palo Alto: Department of Psychiatry, Stanford University.
- Moreno, J. A., Martínez, C., y Alonso, N. (2006). Actitudes hacia la práctica físico deportiva según el sexo del practicante. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 3(2), 20-43. doi: 10.5232/ricyde2006.00302.
- Moss, J., Steptoe, A., Mathews, A., y Edwards, S. (1989). The effects of exercise training on mental well-being in the normal population: A controlled trial. *Journal of Psychosomatic Research*, 33(1), 47-61.
- Mumenthaler, M. S., O'Hara, R., Taylor, J. L., Friedman, L., y Yesavage, J. A. (2001). Relationship between variations in estradiol and progesterone levels across the menstrual cycle and human performance. *Psychopharmacology (Berl)*, 155(2), 198-203.
- Munday, M. R., Brush, M. G., y Taylor, R. W. (1981). Correlations between progesterone, oestradiol, and aldosterone levels in the premenstrual syndrome. *Clinical Endocrinology*, 14(1), 1-9.
- Murphy, D. F., Connolly, D., y Beynnon, B. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 13-29. doi: 10.1136/bjism.37.1.13.
- Myers, A. M., y Huddy, L. (1985). Evaluating physical capabilities in the elderly: the relationship between ADL self-assessments and basic abilities. *Canadian Journal on Aging. La Revue canadienne du vieillissement*, 4, 189-200. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0714980800004864>.
- Nácher, S., Moreno, F., y Balagué, N. (1995). Fuerza, velocidad y resistencia durante el ciclo menstrual. *Apunts Medicina de l'Esport*, 32(125), 187-193. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1886-6581\(95\)75871-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1886-6581(95)75871-6).
- Nemeroff, Ch. (1998). Neurobiology of depression. *Journal of Clinical Psychiatry*, 59(Suppl 14), 11-14.

- Nicklas, B. J., Hackney, A. C., y Sharp, R. L. (1989). The menstrual cycle and exercise: performance, muscle glycogen, and substrate responses. *International Journal of Sports Medicine*, 10(4), 264-269.
- Nillni, Y. I., Toufexis, D. J., y Rohan, K. J. (2011). Anxiety sensitivity, the menstrual cycle, and panic disorder: a putative neuroendocrine and psychological interaction. *Clinical Psychology Review*, 31(7), 1183-1191. doi: 10.1016/j.cpr.2011.07.006.
- Norris, R., Carroll, D., y Cochrane, R. (1990). The effects of aerobic and anaerobic training on fitness, blood pressure, and psychological stress and well-being. *Journal of Psychosomatic Research*, 34(4), 367-375.
- Oertelt-Prigione, S. (2012). Immunology and the menstrual cycle. *Autoimmunity Reviews*, 11(6-7), A486-A492. doi: 10.1016/j.autrev.2011.11.023.
- Onur, O., Gumus, I., Derbent, A., Kaygusuz, I., Simavli, S., Urun, E., ... Cakirbay, H. (2012). Impact of home-based exercise on quality of life of women with primary dysmenorrhoe. *South African Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 18(1), 15-18.
- Oosthuysen, T., y Bosch, A. N. (2010). The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: implications for exercise performance in eumenorrhoeic women. *Sports Medicine*, 40(3), 207-227. doi: 10.2165/11317090-000000000-00000.
- Orio, F., Muscogiuri, G., Ascione, A., Marciano, F., Volpe, A., La Sala, G., ... Palomba, S. (2013). Effects of physical exercise on the female reproductive system. *Minerva Endocrinologica*, 38(3), 305-319.
- Padro, A. (2013). Influencia del ciclo menstrual en la flexibilidad en natación sincronizada. *AGON International Journal of Sport Sciences*, 3(2), 53-59.
- Pai, S. R., Prajna P., y D'Souza, U. J. A. (2004). A correlative study on blood pressure and lung function profiles during different phases of menstrual cycle among indian population. *Thai Journal of Physiological Sciences*, 17(2), 30-34.
- París, J. (2007). El abandono temprano de la práctica deportiva federada en la mujer. En: *Jornadas Mujer y Deporte* (pp 95-104). Zaragoza: Gobierno de Aragón. Departamento de Educación, Cultura y Deporte.
- Park, S. K., Stefanyshyn, D. J., Loitz-Ramage, B., Hart, D. A., y Ronsky, J. L. (2009). Changing hormone levels during the menstrual cycle affect knee laxity and stiffness in healthy female subjects. *American Journal of Sports Medicine*, 37(3), 588-598. doi: 10.1177/0363546508326713.
- Parlee, M. B. (1982). Changes in moods and activation levels during the menstrual cycle in experimentally naive subjects. *Psychology Women Quarterly*, 7(2), 119-131. doi: 10.1111/j.1471-6402.1983.tb00824.x.

- Pasanen, K., Parkkari, J., Pasanen, M., y Kannus, P. (2009). Effect of a neuromuscular warm-up programme on muscle power, balance, speed and agility: a randomised controlled study. *British Journal of Sports Medicine*, 43(13), 1073-1078. doi: 10.1136/bjism.2009.061747.
- Pauli, B. D., Reid, R. L., Munt, P. W., Wigle, R. D., y Forkert, L. (1989). Influence of the menstrual cycle on airway function in asthmatic and normal subjects. *American Review of Respiratory Disease*, 140(2), 358-362.
- Pereira, A., Sánchez, I., Maldonado, J. A., Sánchez, J. L., Pérez, P., Vázquez, R., ... Gil, F. L. (2009). Asma premenstrual, relación con la severidad del asma y su apreciación subjetiva. *Revista Española de Patología Torácica*, 21(2), 70-75.
- Perrin, D. (1993). Isokinetic exercise and assessment. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Petrofsky, J., Al Maly, A., y Suh, H. J. (2007). Isometric endurance, body and skin temperature and limb and skin blood flow during the menstrual cycle. *Medical Science Monitor*, 13(3), 111-117.
- Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Hatfield, B. D., Kubitz, K. A., y Salazar, W. (1991). A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports Medicine*, 11(3), 143-182.
- Phillips, S. K., Sanderson, A. G., Birch, K., Bruce, S. A., y Woledge, R. C. (1996). Changes in maximal voluntary force of human adductor pollicis muscle during the menstrual cycle. *Journal of Physiology*, 496(2), 551-557.
- Pinkerton, J. V., Guico-Pabia, Ch. J., y Taylor, H. S. (2010). Menstrual cycle-related exacerbation of disease. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 202(3), 221-231. doi: 10.1016/j.ajog.2009.07.061.
- Pivarnik, J. M., Marichal, C. J., Spillman, T., y Morrow, J. R. (1992). Menstrual cycle phase affects temperature regulation during endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 72(2), 543-548.
- Polderman, K., Stehouwer, C., Van Kamp, G., y Gooren, L. (1996). Effects of insulin infusion on endothelium-derived vasoactive substances. *Diabetologia*, 39(11), 1284-1292.
- Polverino, M., Cazzola, M., Santoriello, C., De Sio, V., y Musella, U. (1992). Bronchial reactivity and menstrual cycle. *Pharmacological Research*, 26(1), 35. doi: 10.1016/1043-6618(92)90781-6.
- Posthuma, B. W., Bass, M. J., Bull, S. B., y Nisker, J. A. (1987). Detecting changes in functional ability in women with premenstrual syndrome. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 156(2), 275-278.

- Prieto, L., Alonso, J., Viladrich, M. C., y Antó, J. M. (1996). Scaling the Spanish version of the Nottingham Health Profile: Evidence of limited value of item weight. *Journal of Clinical Epidemiology*, 49(1), 31-38.
- Protopopescu, X., Pan, H., Altemus, M., Tuescher, O., Polanecsky, M., McEwen, B., ... Stern, E. (2005). Orbitofrontal cortex activity related to emotional processing changes across the menstrual cycle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of U.S.A.*, 102(44), 16060-16065. doi: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0502818102.
- Pumprla, J., Howorka, K., Groves, D., Chester, M., y Nolan, J. (2002). Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *International Journal of Cardiology*, 84(1), 1-14.
- Quadagno, D., Faquín, L., Lim, G. N., Kuminka, W., y Moffatt, R. (1991). The menstrual cycle: does it affect athletic performance? *Physician and Sports Medicine*, 79(3), 121-124.
- Rajesh, C. S., Gupta, P., y Vaney, N. (2000). Status of pulmonary function tests in adolescent females of Delhi. *Indian Journal of Physiology Pharmacology*, 44(4), 442-448.
- Reilly, T. (2000). The menstrual cycle and human performance: An overview. *Biological Rhythm Research*, 31(1), 29-40. doi: [10.1076/0929-1016\(200002\)31:1;1-0;FT029](https://doi.org/10.1076/0929-1016(200002)31:1;1-0;FT029).
- Reis, E., Frick, U., y Schmidtbleicher, D. (1995). Frequency variations of strength training sessions triggered by the phases of the menstrual cycle. *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), 545-550.
- Rezaii, T., Hirschberg, A.L., Carlström, K., y Ernberg, M. (2012). The influence of menstrual phases on pain modulation in healthy women. *Journal of Pain*, 13(7), 646-655. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2012.04.002>.
- Richardson, J. T. (1995). The premenstrual syndrome: a brief history. *Social Science & Medicine*, 41(6), 761-767.
- Rickenlund, A., Carlström, K., Ekblom, B., Brismar, T. B., von Schoultz, B., y Hirschberg, A. L. (2003). Hyperandrogenicity is an alternative mechanism underlying oligomenorrhea or amenorrhea in female athletes and may improve physical performance. *Fertil Steril*, 79(4), 947-955.
- Rodas, G., Carballido, C. P., Ramos, J., y Capdevila, Ll. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(123), 41-47.
- Rodríguez, R., Agustí, A. G. N., Burgos, F., Casau, P., Perpiñá, M., y Sánchez, L. (1985). Normativa para la espirometría forzada. Recomendaciones de la SEPAR. Barcelona: Doyma ediciones.

- Romani, W., Patrie, J., Curl, L. A., y Flaws, J. A. (2003). The correlations between estradiol, estrona, estriol, progesterone, and sex hormone-binding globulin and anterior cruciate ligament stiffness in healthy, active females. *Journal of Women's Health (Larchmt)*, 12(3), 287-298.
- Romans, S. E., Kreindler, D., Asllani, E., Einstein, G., Laredo, S., Levitt, A., ... Stewart, D. E. (2013). Mood and the menstrual cycle. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 82(1), 53-60.
- Romans, S., Clarkson, R., Einstein, G., Petrovic, M., y Stewart, D. (2012). Mood and the menstrual cycle: a review of prospective data studies. *Gender Medicine*, 9(5), 361-384. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.genm.2012.07.003>.
- Rosano, G. M., Leonardo, F., Sarrel, P. M., Beale, C. M., De Luca, F., y Collins, P. (1996). Cyclical variation in paroxysmal supraventricular tachycardia in women. *Lancet*, 23, 347(9004), 786-788.
- Rosano, G. M., Vitale, C., Silvestri, A., y Fini, M. (2003). Hormone replacement therapy and cardioprotection: the end of the tale? *Annals of the New York Academy of Science*, 997, 351-357.
- Saeki, Y., Atogami, F., Takahashi, K., y Yoshizawa, T. (1997). Reflex control of autonomic function induced by posture change during the menstrual cycle. *Journal of Autonomic Nervous System*, 66(1-2), 69-74.
- Sakamaki, M., Yasuda, T., y Abe, T. (2012). Comparison of low-intensity blood flow restricted training-induced muscular hypertrophy in eumenorrheic women in the follicular phase and luteal phase and age-matched men. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(3), 185-191. doi: 10.1111/j.1475-097X.2011.01075.x.
- Samadi, Z., Taghian, F., y Valiani, M. (2013). The effects of 8 weeks of regular aerobic exercise on the symptoms of premenstrual syndrome in non-athlete girls. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 18(1), 14-19.
- Sameera, M., Abdul, M., y Ram, B. (2012). Blood pressure variations during different phases of menstrual cycle. *International Journal of Science and Nature*, 3(3), 551-554.
- Sanz, J., y Vázquez, C. (1998). Fiabilidad, validez y datos normativos del Inventario de Depresión de Beck. *Psicothema*, 10(2), 303-318. Recuperado de <http://www.unioviado.es/reunido/index.php/PST/article/viewFile/7467/7331>
- Sarwar, R., Niclos, B. B., y Rutherford, O. M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatigability during the human menstrual cycle. *Journal of Physiology*, 493(1), 276-272.

- Sato, N., Miyake, S., Akatsu, J., y Kumashiro, M. (1995). Power spectral analysis of heart rate variability in healthy young women during the normal menstrual cycle. *Psychosomatic Medicine*, 57(4), 331-335.
- Sato, N., y Miyake, S. (2004). Cardiovascular reactivity to mental stress: relationship with menstrual cycle and gender. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 23(6), 215-223.
- Schoene, R. B., Robertson, H. T., Pierson, D. J., y Peterson, A. P. (1981). Respiratory drives and exercise in menstrual cycles of athletic and nonathletic women. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 50(6), 1300-1305.
- Schotte, C. K., Maes, M., Cluydts, R., De Doncker, D., y Cosyns, P. (1997). Construct validity of the Beck Depression Inventory in a depressive population. *Journal of Affect Disorders*, 46(2), 115-125. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0327\(97\)00094-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0327(97)00094-3).
- Shaharudin, S., Ghosh, A. K. e Ismail, A. A. (2011). Anaerobic capacity of physically active eumenorrheic females at mid-luteal and mid-follicular phases of ovarian cycle. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(4), 576-582.
- Shahidi, N. T. (2001). A review of the chemistry, biological action, and clinical applications of anabolic-androgenic steroids. *Clinical therapeutics*, 23(9), 1355-1390.
- Shankar, M., Chi, C., y Kadir, R. A. (2008). Review of quality of life: menorrhagia in women with or without inherited bleeding disorders. *Haemophilia*, 14(1), 15-20. doi: 10.1111/j.1365-2516.2007.01586.x.
- Sharp, C. (1984). Physiology and the woman athlete. *New Scientist* August, 22-24.
- Shklar, A., y Dvir, Z. (1995). Isokinetic strength relationships in shoulder muscles. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 10(7), 369-373. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0268-0033\(95\)00007-8](http://dx.doi.org/10.1016/0268-0033(95)00007-8).
- Shultz, S. J., Kirk, S. E., Johnson, M. L., Sander, T. C., y Perrin, D. H. (2004). Relationship between sex hormones and anterior knee laxity across the menstrual cycle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(7), 1165-1174.
- Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Benjaminse, A., Chaudhari, A. M., Collins, M., y Padua, D. A. (2012). ACL Research retreat VI: An update on ACL injury risk and prevention. *Journal of Athletic Training*, 47(5), 591-603.
- Sipavičienė, S., Daniusevičiūtė, L., Klizienė, I., Kamandulis, S., y Skurvydas, A. (2013). Effects of estrogen fluctuation during the menstrual cycle on the response to stretch-shortening exercise in females. *BioMed Research International*. Publicado online Sep 12, 2013. doi: 10.1155/2013/243572.

- Sita, A., y Miller, S. B. (1996). Estradiol, progesterone, and cardiovascular response to stress. *Psychoneuroendocrinology*, 21(3), 339-346.
- Skevington, S. M. (1998). Investigating the relationship between pain and discomfort and quality of life, using the WHOQOL. *Pain*, 76(6), 395-406.
- Skinner, J. S., y McLellan, T. M. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research Quarterly for Exercise & Sports*, 51(1), 234-248.
- Slatkowska, L., Jensen, D., Davies, G., y Wolfe, L. A. (2006). Phasic menstrual cycle effects on the control of breathing in healthy women. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 154(3), 379-388. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resp.2006.01.011>.
- Slauterbeck, J. R., Fuzie, S. F., Smith, M. P., Clark, R. J., Xu, K., Starch, D. W., y Hardy, D. M. (2002). The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *Journal of Athletic Training*, 37(3), 275-278.
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Frigo, P., Tegelhofer, T., Pokan, R., Hofmann, P., ... Bachl, N. (2007). Menstrual cycle: no effect on exercise cardiorespiratory variables or blood lactate concentration. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(7), 1098-1106.
- Sobrino, J. (2009). Medida de la presión arterial: PA clínica, AMPA y MAPA. En Armario, P. (Cor.) *Protocolos Hipertensión Arterial Sociedad Española de Medicina Interna SEMI*. (pp 11-20). Barcelona: Elsevier España, S.L.
- Stachenfeld, N. S., Silva, C., y Keefe, D. L. (2000). Estrogen modifies the temperature effects of progesterone. *Journal of Applied Physiology*, 88(5), 1643-1649.
- Steiner, M. (1997). Premenstrual syndromes. *Annual Review of Medicine*, 48, 447-455.
- Stephenson, L. A., Kolka, M. A., y Wilkerson, J. E. (1982). Metabolic and thermoregulatory responses to exercise during the human menstrual cycle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(4), 270-275.
- Stephenson, L. A., Kolka, M. A., y Wilkerson, J. E. (1982). Perceived exertion and anaerobic threshold during the menstrual cycle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(3), 218-222.
- Stephenson, L. A., y Kolka, M. A. (1993). Thermoregulation in women. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 21, 231-262.
- Szmulowicz, E. D., Adler, G. K., Williams, J. S., Green, D. E., Yao, T. M., Hopkins, P. N., y Seely, E. W. (2006). Relationship between aldosterone and progesterone in human menstrual cycle. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91(10), 3981-3987.
- Taghizadeh, Z., Shirmohammadi, M., Arababi, M., y Mehran, A. (2008). The effect of premenstrual syndrome on quality of life in adolescent girls. *Iranian Journal of Psychiatry*, 3(3), 105-109.

- Taghizadeh, Z., Shirmohammadi, M., Feizi, A., y Arbabi, M. (2013). The effect of cognitive behavioural psycho-education on premenstrual syndrome and related symptoms. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 20(8), 705-713. doi: 10.1111/j.1365-2850.2012.01965.x.
- Teixeira, A. L. da S., Fernandes, W., Damasceno, F. A., De Lacio, M. L., y Cabral, M. R. (2012). Influência das diferentes fases do ciclo menstrual na flexibilidade de mulheres jovens. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 18(6), 361-364. doi: org/10.1590/S1517-86922012333600002.
- Tenan, M. S., Peng, Y. L., Hackney, A. C., y Griffin, L. (2013). Menstrual cycle mediates vastus medialis and vastus medialis oblique muscle activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(11), 2151-2157. doi: 10.1249/MSS.0b013e318299a69d.
- Thornton, J., Lewis, J., Lebrun, C. M., y Liciskai, Ch. J. (2012). Clinical characteristics of women with menstrual-linked asthma. *Respiratory Medicine*, 106(9), 1236-1243. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2012.05.003>
- Tostes, R. C., Nigro, D., Fortes, Z. B., y Carvalho, M. H. (2003). Effects of estrogen on the vascular system. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 36(9), 1143-1158. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2003000900002>.
- Travlos, A. K., y Marisi, D. Q. (1996). Perceived exertion during physical exercise among individuals high and low in fitness. *Perceptual & Motor Skills*, 82(2), 419-424.
- Tsampoukos, A., Peckham, E. A., James, R., y Nevill, M. E. (2010). Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 659-667. doi: 10.1007/s00421-010-1384-z.
- Tumilty, D. (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Medicine*, 16(2), 80-96. doi: 10.2165/00007256-199316020-00002.
- Unsal, A., Ayranci, U., Tozun, M., Arslan, G., y Calik, E. (2010). Prevalence of dysmenorrhea and its effect on quality of life among a group of female university students. *Upsala Journal of Medical Society*, 115(2), 138-145. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2853792/>
- Uritani, D., Matsumoto, D., Asano, Y., Yoshizaki, K., Nishida, Y., y Shima, M. (2013). Effects of regular exercise and nutritional guidance on body composition, blood pressure, muscle strength and health-related quality of life in community-dwelling Japanese women. *Obesity Research & Clinical Practice*, 7(2), e155-e163. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2011.10.005>
- Usha Rani, Y. S., Manjunath, P., y Desai, R. D. (2013). Comparative study of heart rate variability, heart rate and blood pressure in different phases of menstrual cycle in

- healthy young women aged 18-22 years. *Journal of Physiology and Pharmacology Advances*, 3(7), 188-192. doi: 10.5455/jppa.20130721054316.
- Vaiksaar, S., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Kalytko, S., Shakhlina, L., y Jürimäe, T. (2011). No effect of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on endurance performance in rowers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1571-1578. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181df7fd2.
- Vázquez, C., y Sanz, J. (2000). Adaptación española del Inventario de Depresión de Beck (1978): propiedades psicométricas y clínicas en muestras clínicas y en población general. Madrid: Universidad Complutense, Facultad de Psicología.
- Vessey, M. P., Villarmackintosh, L., McPherson, K., Coulter, A., y Yeates, D. (1992). The epidemiology of hysterectomy: findings in a large cohort study. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 99(5), 402-407.
- Viana Ede, S., Bruno, S. S., y Sousa, M. B. (2008). Modulation by progesterone of pain sensitivity to mechanical and ischemic stimuli in young and healthy women. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 30(6), 306-311. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-72032008000600007>.
- Vickers, K., y McNally, R. J. (2004). Is premenstrual dysphoria a variant of panic disorder? A review. *Clinical Psychology Review*, 24(8), 933-956.
- Viéitez, A., López-Mato, A., Boullosa, Ó., Illa, G., Márquez, C., y Pérez, S. (2000). Depresión climatérica. *ALCMEON, Revista Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica*, 9(2). Recuperado de <http://www.alcmeon.com.ar/9/34/LopezMato.htm>
- Villaseca, P. (2006). Disforia premenstrual. *Medwave*, 6(11), e1254.
- Walker, J. L., Heigenhauser, G. J., Hultman, E., y Spriet, LL. (2000). Dietary carbohydrate, muscle glycogen content, and endurance performance in well-trained women. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2151-2158.
- Ware, J. E., y Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short form health survey (SF-36). *Medical Care*, 30(6), 473-483.
- Weinberg, R., Jackson, A., y Kolodny, K. (1988). The relationship of massage and exercise to mood enhancement. *The Sport Psychologist*, 2(3), 202-211.
- Weineck, J. (1988). Entrenamiento Óptimo. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Weinman, G. G., Zacur, H., y Fish, J. E. (1987). Absence of changes in airway responsiveness during the menstrual cycle. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 79(4), 634-638.
- Welborn, T. A., y Dhaliwal, S. S. (2007). Preferred clinical measures of central obesity for predicting mortality. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(12), 1373-1379.

- Wells, C. (1988). *Mujer, Deporte y Rendimiento (perspectiva fisiológica)*. Vol 1. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Wells, C. (1992). *Mujeres, Deporte y Rendimiento (perspectiva fisiológica)* vol. 2. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- White, D. P., Douglas, N. J., Pickett, C. K., Weil, J. V., y Zwilliche, W., (1983). Sexual influence on the control of breathing. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 54(4), 874-879.
- White, M. M., Zamudio, S., Stevens, T., Tyler, R., Lindenfeld, J., Leslie, K., y Moore, L. G. (1995). Estrogen, progesterone, and vascular reactivity: potential cellular mechanisms. *Endocrine Reviews*, 16(6), 739-751. doi: <http://dx.doi.org/10.1210/edrv-16-6-739>
- WHO. (1997). Programme of nutrition, family and reproductive health. Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Williams, D. M., Dunsiger, S., Ciccolo, J. T., Lewis, B. A., Albrecht, A. E., y Marchus, B. H. (2008). Acute affective response to a moderate intensity exercise stimulus predicts physical activity participation 6 and 12 months later. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(3), 231-245.
- Williams, T. J., y Krahenbuhl, G. S. (1997). Menstrual cycle phase and running economy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(12), 1609-1618.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193-214.
- Wittchen, H. U., Becker, E., Lieb, R., y Krause, P. (2002). Prevalence, incidence and stability of premenstrual dysphoric disorder in the community. *Psychotherapy Psychosomatic Medicine Psychology*, 32(1), 119-132. doi: 10.1017/S0033291701004925.
- Wojtys, E. M., Huston, L., Lindenfeld, T. N., Hewett, T. E., y Greenfield, M. L. (1998). Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 26(5), 614-619.
- Woollacott, M., y Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, 16(1), 1-14.
- Workman, J. L., Barha, C. K., y Galea, L. A. (2012). Endocrine substrates of cognitive and affective changes during pregnancy and postpartum. *Behavioral Neuroscience*, 126(1), 54-72. doi: 10.1037/a0025538.
- Yang, M., Wallenstein, G., Hagan, M., Guo, A., Chang, J., y Kornstein, S. (2008). Burden of premenstrual dysphoric disorder on health-related quality of life. *Journal of Women's Health (Larchmt)*, 17(1), 113-121. doi: 10.1089/jwh.2007.0417.

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

- Yildirim, A., Kabakci, G., Akgul, E., Tokgozoglul, L., y Oto, A. (2002). Effects of menstrual cycle on cardiac autonomic innervation as assessed by heart rate variability. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 7(1), 60-63.
- Yonkers, K. A., O'Brien, P. M., y Eriksson, E. (2008). Premenstrual syndrome. *Lancet*, 371(9619), 1200-1210.
- Yu, W. D., Liu, S. H., Hatch, J. D., Panossian, V. y Finerman, G. A. (1999). Effect of estrogen on cellular metabolism of the human anterior cruciate ligament. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (366), 229-238.
- Zaitzman, M. (2000). Terapia hormonal de reemplazo. Obstetricia y Ginecología contemporánea. Caracas: Soluciones gráficas.
- Zanin, L., Paez, A., Carrera, C., y De Bortoli, M. (2012). Ciclo menstrual: sintomatología y regularidad del estilo de vida diario. *Revista Fundamentos en Humanidades. Universidad Nacional de San Luis (Argentina), Año XII, Nº II (24)*, 103-123.
- Zhu, Y., Bian, Z., y Lu, P. (2002). Abnormal vascular function and hypertension in mice deficient in estrogen receptor beta. *Science*, 295(5554), 505-508. doi: 10.1126/science.1065250.
- Zimmerman, J. L., Woodruff, P. G., Clark, S., y Camargo, C. A. (2000). Relation between phase of menstrual cycle and emergency department visits for acute asthma. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 162(2 Pt 1), 512-515.

8. ANEXOS

- **CONSENTIMIENTO INFORMADO**
- **HOJA DE REGISTRO DE LA TEMPERATURA CORPORAL**
- **CUESTIONARIO DE DATOS GENERALES DEL CICLO MENSTRUAL, ACTIVIDAD FÍSICA Y HÁBITOS DE VIDA**
- **CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (IPAQ CORTO)**
- **CUESTIONARIO EUROQOL-5 DIMENSIONES (EQ-5D)**
- **CUESTIONARIO DEL PERFIL DE SALUD DE NOTTINGHAM (NHP)**
- **CUESTIONARIO SALUD SORT-FORM-36 HEALTH SURVEY (SF-36)**
- **ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO DE BORG (BORG RPE 6-20)**
- **CUESTIONARIO DEL TRASTORNO DEL ESTADO DE ÁNIMO (TEST DE POMS)**
- **INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK (IDB)**

“Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres jóvenes moderadamente entrenadas”.

INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

“EFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS EN MUJERES JÓVENES MODERADAMENTE ENTRENADAS”

El propósito de este documento es explicarle en qué consiste el estudio para que le ayude a tomar una decisión sobre la invitación para participar en el mismo. Antes de decidirse a participar, por favor, tome todo el tiempo que necesite para hacer todas las preguntas necesarias. Asimismo siéntase con la libertad de hablar con cualquier persona, su familia, amigos, médico, o cualquier otro profesional de la salud.

Propósito del estudio:

El objetivo del presente proyecto es conocer la influencia de los cambios hormonales en las distintas fases del ciclo menstrual sobre las cualidades físicas para deducir el periodo de óptimo rendimiento.

Para ello, evaluaremos las diferentes cualidades físicas a través de pruebas físicas y psicológicas en las 3 fases del ciclo menstrual: menstruación, fase folicular y fase lútea determinadas a través de la temperatura corporal interna y orina.

Procedimientos:

Si decide participar en este estudio:

1º Deberá realizar una serie de cuestionarios sobre: la valoración de la salud mental, un test sobre el estado de ánimo, un cuestionario internacional de actividad física y otro sobre el ciclo menstrual, actividad física y hábitos de vida.

2º Se llevarán a cabo: una medición de parámetros antropométricos, una valoración espirométrica, y bioimpedancia.

3º Se le realizarán diferentes pruebas para evaluar las diferentes cualidades físicas: fuerza, resistencia, flexibilidad, velocidad y equilibrio. Incluyendo un test de esfuerzo máximo con el fin de obtener el consumo máximo de oxígeno. En alguna de ellas, se valorará la percepción del esfuerzo realizado por medio de la Escala de Borg.

Este procedimiento se llevará a cabo tres veces dentro del mismo ciclo menstrual. Dichas pruebas serán realizadas por la mañana y se realizará en un día.

El día concreto para la realización de las pruebas serán en función de vuestro ciclo. Para ello, facilitaremos una tabla donde debéis colocar la temperatura corporal interna diaria y donde quedan especificados los días de asistencia al laboratorio de fisiología.

Hay que comunicar con antelación el día que asistiréis a las pruebas a través de e-mail o móvil (adjunto en la siguiente página).

La realización de este estudio no precisa la administración de ningún medicamento.

Beneficios, riesgos y molestias:

Usted no obtendrá ningún beneficio directo por participar en este estudio, pero sí podrá obtener datos interesantes que le informen de: su nivel de condición física, su capacidad pulmonar, % de grasa, índice de masa corporal... Además, su participación en esta investigación puede ayudar al conocimiento de las propuestas planteadas.

Los riesgos y molestias físicas de la realización de las pruebas de este estudio, son las de cualquier actividad física intensa. Puede sufrir un ligero cansancio, enrojecimiento, y tener agujetas, que con el paso de unos días desaparecerán.

Alternativas:

Usted tiene como alternativas participar o no en este estudio.

Revisión de documentos originales, confidencialidad y protección de datos personales

Información y muestras codificadas

Para proteger su confidencialidad, sus datos, su muestra y sus resultados estarán identificados con una etiqueta en la que sólo aparecerá un código, pero no su nombre ni sus iniciales. A esto se le denomina “información codificada”. El investigador principal (y sus colaboradores) guardará un archivo confidencial con la vinculación de este código con su nombre.

Almacenamiento de los datos y análisis posteriores de los resultados

En todo momento los datos se almacenarán en un lugar seguro. Realizados los análisis de los resultados serán almacenadas anonimadas, de tal manera que no podrá relacionarse con usted ni identificarse. En estas condiciones podría ser analizada en otros estudios o por otros investigadores con un proyecto aprobado por un Comité de Ética e Investigación o correspondiente, y siempre que se respeten los objetivos y principios establecidos en este documento.

Información personal y resultados

El consentimiento informado que firma para participar en esta investigación, se conservará en un archivo especial y seguro, separado de su historia y no forma parte de ella. Su nombre no aparecerá en ninguna publicación o informe acerca de esta investigación.

Su información médica y sus resultados de la investigación formarán parte de los medios que permitirá a los investigadores comprender la respuesta del organismo en las diferentes fases del ciclo menstrual. Su información y resultados se almacenarán en una base de datos electrónica de un ordenador. Se seguirá la normativa internacional que regula la información almacenada en ordenadores. Todas las previsiones legales sobre la confidencialidad y acceso a sus datos de carácter personal serán respetadas en este estudio y en los datos que de él se deriven.

Sus resultados son únicamente para la investigación y no deben ser utilizados para realizar con otro fin.

Aspectos comerciales

Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación en este estudio o derivada de sus resultados, registros o desarrollos de la investigación.

Participación voluntaria

La participación en este estudio es voluntaria, Usted tiene las siguientes opciones; participar en este estudio, no participar en este estudio, no participar en él desde el principio, y participar pero luego cambiar de opinión y retirarse en cualquier momento. Tanto si opta por no participar desde el principio como retirarse más adelante, no tiene que dar ninguna explicación al respecto.

Si inicialmente decide participar en este estudio pero luego opta por retirarse del mismo, su muestra codificada será destruida y solo se guardará la información ya obtenida hasta el momento. Sin embargo, una vez anonimizada no será posible identificar su muestra y por tanto destruirla.

Persona contacto para el estudio.

Si tiene dudas acerca de esta investigación, o sobre cualquier aspecto relacionado con el estudio o sobre su retirada de este estudio, debe contactar en cualquier momento con:

Almudena Ramírez Balas: nº de teléfono:..... E-mail:.....

CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Yo, (nombre y apellidos).....DNI: nº.....

He leído las hojas de la información (páginas 1-2). He podido hacer preguntas sobre el estudio, y las realizadas has sido contestadas satisfactoriamente.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He tenido tiempo suficiente para considerar de manera adecuada mi participación en el estudio.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1. Cuando quiera
2. Sin tener que dar explicaciones

Al firmar este documento doy libremente mi conformidad en el estudio.

Fecha:...../...../.....

Firma del participante (manuscrita)

Firma del responsable del estudio

Tfno de contacto.....

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“EFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS EN MUJERES MODERADAMENTE ENTRENADAS”

El propósito de este documento es explicarle en qué consiste el estudio para que le ayude a tomar una decisión sobre la invitación para participar en el mismo. Antes de decidirse a participar, por favor, tome todo el tiempo que necesite para hacer todas las preguntas necesarias. Asimismo siéntase con la libertad de hablar con cualquier persona, su familia, amigos, médico, o cualquier otro profesional de la salud.

Propósito del estudio:

El objetivo del presente proyecto es conocer la influencia de los cambios hormonales en las distintas fases del ciclo menstrual sobre las cualidades físicas para deducir el periodo de óptimo rendimiento.

Para ello, evaluaremos las diferentes cualidades físicas a través de pruebas físicas y psicológicas en las 3 fases del ciclo menstrual: menstruación, fase folicular y fase lútea determinadas a través de la temperatura corporal interna y orina.

Procedimientos:

Si decide participar en este estudio:

1º Deberá realizar una serie de cuestionarios sobre: la valoración de la salud mental, un test sobre el estado de ánimo, un cuestionario internacional de actividad física y otro sobre el ciclo menstrual, actividad física y hábitos de vida.

2º Se llevarán a cabo una medición de parámetros antropométricos, una valoración espirométrica, y bioimpedancia.

3º Se le realizarán diferentes pruebas para evaluar las diferentes cualidades físicas: fuerza, resistencia, flexibilidad, velocidad y equilibrio. Incluyendo un test de esfuerzo máximo con el fin de obtener el consumo máximo de oxígeno. En alguna de ellas, se valorará la percepción del esfuerzo realizado por medio de la Escala de Borg.

Este procedimiento se llevará a cabo tres veces dentro del mismo ciclo menstrual. Dichas pruebas serán realizadas por la mañana y se realizará en un día.

El día concreto de las pruebas serán en función de vuestro ciclo. Para ello, facilitaremos una tabla donde debéis colocar la temperatura corporal interna diaria y donde quedan especificados los días de asistencia al laboratorio de fisiología.

Hay que comunicar con antelación el día que asistiréis a las pruebas a través de e-mail o móvil.

La realización de este estudio no precisa la administración de ningún medicamento.

Beneficios, riesgos y molestias:

Usted no obtendrá ningún beneficio directo por participar en este estudio, pero sí podrá obtener datos interesantes que le informen de: su nivel de condición física, su capacidad pulmonar, % de grasa, índice de masa corporal... Además, su participación en esta investigación puede ayudar al conocimiento de las propuestas planteadas.

Los riesgos y molestias físicas de la realización de la prueba de este estudio son los de cualquier actividad física intensa. Puede sufrir un ligero cansancio, enrojecimiento, y tener agujetas, que con el paso de unos días desaparecerán.

Uso confidencial:

Todos los datos obtenidos son totalmente confidenciales, serán analizados anónimamente y utilizados con los fines a los que presto el consentimiento informado.

Solo yo y el equipo investigador tendrá acceso a los mismos, estarán protegidos de cualquier uso indebido y mi nombre será escrito aparte de los cuestionarios a cumplimentar.

Consentimiento libre con conocimiento de causa:

La naturaleza y propósito de este estudio me han sido explicadas y si quisiera una vez terminado el estudio podré preguntar más acerca del mismo. Tengo la libertad de poder retirarme en cualquier momento **sin necesidad de dar explicaciones**.

A pesar de que mi participación en el la realización del estudio “Efectos de las fases del ciclo menstrual sobre la condición física, parámetros fisiológicos y psicológicos en mujeres moderadamente entrenadas”.

Soy consciente de la información incluida en este formulario, comprendo los procedimientos, consiento libremente realizar las pruebas y acepto participar voluntariamente.

Persona contacto para el estudio.

Si tiene acerca de esta investigación, sobre cualquier daño relacionado con las pruebas o sobre su retirada de este estudio, debe contactar en cualquier momento con:

Almudena Ramírez Balas, nº de teléfono:E-mail:.....

Al firmar este documento doy libremente mi conformidad en el estudio.

Nombre y Apellidos:DNI nº.....

Fecha:...../...../.....

Firma del participante (manuscrita)

Firma del responsable del estudio

Código.....

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“EFECTOS DE LAS FASES DEL CICLO MENSTRUAL SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS EN MUJERES MODERADAMENTE ENTRENADAS”

ANEXO en el caso de utilización de tejidos:

Yo, (nombre y apellidos).....DNI nº.....

He sido informada de que los tejidos que cedo serán utilizados exclusivamente con finalidad de investigación sin ánimo de lucro.

Al firmar este documento doy libremente mi conformidad en el estudio.

Fecha:...../...../.....

Firma del participante (manuscrita)

Firma del responsable del estudio

CUESTIONARIO PERSONAL SOBRE CICLO MENSTRUAL Y ACTIVIDAD FÍSICA

Nombre y apellidos: _____ Fase del ciclo menstrual: _____ Fecha: _____

El ciclo menstrual es el periodo que comprende desde el primer día de la regla hasta el día anterior a la siguiente regla.

Conteste a las siguientes preguntas refiriéndose siempre a los 6 últimos ciclos menstruales.

1. Edad de la menarquia (1ª vez que viene la regla): _____ años.

2. Tu ciclo menstrual es de:

- 18 días 32 días
 21 días 35 días
 28 días 42 días
 30 días otros: _____ (poner nº de días)

3. Tus menstruaciones son dolorosas (dismenorrea):

- Nunca
 Hace más de 6 ciclos lo eran pero ya no
 Alguna vez pero sólo el primer día
 Alguna vez pero sólo el primer y 2º día
 Siempre el primer día
 Siempre el primer y 2º día
 Durante toda la menstruación

4. Si tienes dolor en tus menstruaciones, ¿qué síntomas presentas?

- Náuseas
 Tensión arterial baja (hipotensión)
 Trastornos intestinales (diarreas...)
 Dolor lumbar
 Dolor y debilidad en los muslos
 Dolor abdominal
 Sudoraciones
 Dolor de cabeza

5. Entre 1 y 14 días (1 ó 2 semanas) antes de que tenga la regla tengo Síndrome de Tensión Premenstrual (S.T.P.), con los siguientes síntomas:

- Dolor de cabeza
 Dolor e inflamación de las mamas
 Retención de líquidos, aumento de peso (sentirse hinchada)
 Alteraciones del área psíquica: depresiva, mal humor, desganada...
 No tengo ningún síntoma, no tengo S.T.P.

6. ¿Has tenido cese de la regla durante 2 o más ciclos menstruales consecutivos (amenorrea)?

- Alguna vez Nunca

Si lo has tenido alguna vez en estos 6 ciclos, ¿sabes la causa?

- Pérdida brusca de peso Estrés físico o mental
 Depresión Alguna enfermedad

7. Mis menstruaciones son demasiado abundantes en cantidad (hipermenorrea):

- Sí No A veces

8. Mis menstruaciones son demasiado largas, 7 o más de 7 días (menorragia):

- Sí No A veces

9. Mis menstruaciones son demasiado abundantes en cantidad y demasiado largas, más de 7 días:

- Sí No A veces

10. Mis menstruaciones son muy escasas en cantidad (hipomenorrea):

- Sí No A veces

11. Mis menstruaciones son excesivamente breves, 2 días o menos:

- Sí No A veces

12. Mis menstruaciones son muy escasas en cantidad y excesivamente breves:

- Sí No A veces

13. En mitad del ciclo menstrual, ¿tienes alguna vez sangrado de breve duración y cantidad variable (metrorragia)?

- Sí No A veces

14. ¿Tienes ciclos de más de 35 días o retraso de 5 días en el inicio de la menstruación (oligomenorrea)?

- Sí No A veces

15. ¿Tienes menstruaciones muy frecuentes en ciclos de menos de 24 días (polimenorrea)?

- Sí No A veces

16. ¿Tu menstruación es de predominio nocturno (nictomenorrea), es por la noche cuándo más sangre eliminas?

- Sí No A veces

17. ¿Utiliza algún método anticonceptivo de tipo hormonal (píldora anticonceptiva, parche dérmico, píldora del día después, óvulos vaginales...)?

- Sí No

si es hormonal, señale cual: _____

HÁBITOS DE VIDA

1. ¿Es usted fumadora?

- Sí No Lo era, pero lo dejé

2. Si es fumadora, ¿cuánto tiempo lleva fumando? _____

3. Si era fumadora y ya no, ¿cuánto tiempo hace que lo dejó?

4. ¿Consume usted alcohol?

- No Esporádicamente Habitualmente

5. ¿Toma usted alguna medicación habitualmente?

- No Sí ¿Para qué? _____

6. ¿Cuándo fue la última vez que se realizó un control médico?

7. ¿Conoces si tiene problemas cardíacos, hipertensión, colesterol, diabetes...?

- No Sí En caso afirmativo, señale cuál: _____

8. ¿Ha sufrido usted o algún familiar directo algún accidente cardiovascular?

- No Sí En caso afirmativo, diga quién (usted, padre, madre...):

9. ¿Tiene usted alguna otra enfermedad?

- No Sí _____

10. ¿Ha sido operado de alguna patología?

- No Sí _____

11. ¿A qué te dedicas?

- Estudios
 Trabajo
 Compagino estudios y trabajo
 Trabajo en casa

12. ¿Ha realizado actividad física de forma habitual (2-3 días) en los últimos 6 meses?

- Sí No

13. ¿Qué tipo de actividad física?

- Andar Nadar Deportes de equipo
 Subir escaleras Montar en bici Musculación
 Correr Bailar/aeróbic Otros: _____

14. ¿Cuántos días a la semana?

Actividad: _____ Frecuencia semanal: _____

Actividad: _____ Frecuencia semanal: _____

Actividad: _____ Frecuencia semanal: _____

15. ¿Durante cuánto tiempo?

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

16. ¿Has realizado deporte/s de forma sistemática (competición, entrenamientos...) en alguna etapa de su vida?

- No Sí ¿Qué deportes? _____

17. ¿Sigue practicándolo?

- No Sí Sí, pero no de forma sistemática (no participo en competición)

18. ¿Ha realizado actividad física esta semana?

- No Sí

¿Qué tipo de actividad? ¿De cuánta duración?

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

19. ¿Ayer realizaste ejercicio con alta intensidad?

- No Sí

¿Qué tipo de actividad? ¿De cuánta duración?

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.

Actividad _____ 20-30 min 30-60 min Más de 1h.



Encuestador/a

Número de cuestionario

Nombre 

Apellidos 

CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA

Nos interesa conocer el tipo de actividad física que la población realiza en su vida diaria. Este estudio forma parte de un estudio a gran escala que se lleva a cabo en muchos países del mundo. Sus respuestas nos permitirán comparar la actividad física que se realiza en Cataluña respecto a la gente de otros países.

Las preguntas se refieren al tiempo que ha empleado haciendo actividad física en **los últimos siete días**. Se incluyen preguntas sobre la actividad física que realiza en el trabajo, en casa o en el jardín, para desplazarse de un lugar a otro, y en su tiempo libre, si hace actividad física de ocio, ejercicio físico o practica algún deporte.

Sus respuestas son importantes.

Por favor, conteste todas las preguntas aunque no se considere una persona físicamente activa.

MUCHAS GRACIAS POR PARTICIPAR-

Al contestar las preguntas, recuerde que

- La actividad física **vigorosa** se refiere a aquellas actividades que le suponen un esfuerzo físico duro y le hacen respirar mucho más fuerte de lo normal.
- La actividad física **moderada** se refiere a aquellas actividades que le suponen un esfuerzo físico moderado y que le hacen respirar algo más fuerte de lo normal.

1a. En los últimos 7 días, ¿cuántos días ha realizado actividad física **vigorosa** como levantar pesos pesados, cavar, trabajo intenso en la construcción, clases de aeróbic o similar o bicicleta a ritmo rápido?

Piense *sólamete* en aquella actividad física que duró como mínimo 10 minutos.

días a la semana ⇒

o bien

ningún día a la semana.

1b. En total, ¿cuanto tiempo suele estar haciendo actividad física vigorosa en uno de estos días?

horas minutos

2a. De nuevo, piense *sólo* en aquella actividad física que duró como mínimo 10 minutos. En los últimos 7 días, ¿cuántos días ha realizado actividad física **moderada** como transportar pesos ligeros, bicicleta a ritmo regular, dobles de tenis?. No tenga en cuenta el caminar.

días a la semana

o bien

ningún día a la semana

2b. En total, ¿cuanto tiempo suele estar haciendo actividad física moderada en uno de estos días?

horas minutos

3a. En los últimos 7 días, ¿cuántos días ha **caminado** al menos 10 minutos?. Cuente si camina en su trabajo y en casa, para ir de un sitio a otro y si camina en su tiempo de ocio, como deporte, o para hacer ejercicio o para pasar el tiempo.

días a la semana

o bien

ningún día a la semana

3b. En total, ¿cuanto tiempo suele estar caminando en uno de estos días?

horas minutos

La última pregunta se refiere al tiempo que está **sentado** en los días laborables en el trabajo, en casa, mientras asiste a clase, y en su tiempo libre. Cuente el tiempo que está sentado en el despacho, de visita en casa de amigos, leyendo cuando viaja en autobús o sentado o tumbado viendo la televisión.

4. En los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo en total ha estado **sentado** en un día laborable?

horas minutos

Aquí se acaba el cuestionario, muchas gracias por participar

Identificación: **Fecha**

Marque la respuesta de cada apartado que mejor describa su estado de salud en el día de HOY

Movilidad:

- No tengo problemas para caminar
- Tengo algunos problemas para caminar
- Tengo que estar en la cama

Cuidado personal:

- No tengo problemas con el cuidado personal
- Tengo algunos problemas para lavarme o vestirme
- Soy incapaz de lavarme o vestirme

Actividades cotidianas: (Ej.: trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o actividades durante el tiempo libre)

- No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas
- Tengo algunos problemas para realizar mis actividades cotidianas
- Soy incapaz de realizar mis actividades cotidianas

Dolor/Malestar:

- No tengo dolor o malestar
- Tengo moderado dolor o malestar
- Tengo mucho dolor o malestar

Ansiedad/Depresión:

- No estoy ansioso ni deprimido
- Estoy moderadamente ansioso o deprimido
- Estoy muy ansioso o deprimido

Comparado con mi estado general de salud durante los últimos 12 meses, mi estado de salud hoy es:

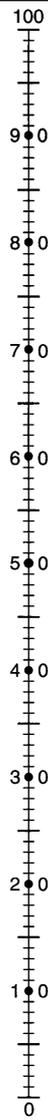
- Mejor
- Igual
- Peor

Identificación: Fecha

Para ayudar a la gente a describir lo bueno o malo que es su estado de salud hemos dibujado una escala parecida a un termómetro en la cual se marca con un 100 el mejor estado de salud que pueda imaginarse y con un 0 el peor estado de salud que pueda imaginarse.

Nos gustaría que nos indicara en esta escala, en su opinión, lo bueno o malo que es su estado de salud en el día de HOY. Por favor, dibuje una línea desde el casillero donde dice “Su estado de salud hoy” hasta el punto del termómetro que en su opinión indique lo bueno o malo que es su estado de salud en el día de HOY.

El mejor estado de salud imaginable



SU ESTADO DE SALUD HOY

El peor estado de salud imaginable

ESTADO DE SALUD:

ESTADO DE SALUD POR EVA:

TARIFA POR EVA:

TARIFA POR EQUIVALENCIA TEMPORAL:

Identificación **Fecha**

A continuación verá algunos de los problemas que la gente puede tener en su vida diaria. Lea atentamente la lista de problemas. En cada problema, si usted lo tiene, marque la casilla “SI” y si usted no tiene ese problema marque la casilla “NO”. Por favor, conteste todas las preguntas, si no está muy seguro/a de contestar “SI” o “NO”, señale la respuesta que crea que es más cierta en la actualidad

	<u>SI</u>	<u>NO</u>
1.- Siempre estoy fatigado		
2.- Tengo dolor por las noches		
3.- Las cosas me deprimen		
4.- Tengo un dolor insoportable		
5.- Tomo pastillas para dormir		
6.- He olvidado qué es pasarlo bien		
7.- Tengo los nervios de punta		
8.- Tengo dolor al cambiar de postura		
9.- Me encuentro solo		
10.- Sólo puedo andar por dentro de casa		
11.- Me cuesta agacharme		
12.- Todo me cuesta un esfuerzo		
13.- Me despierto antes de hora		
14.- Soy totalmente incapaz de andar		
15.- Últimamente me resulta difícil contactar con la gente		
16.- Los días se me hacen interminables		
17.- Me cuesta subir y bajar escaleras		
18.- Me cuesta coger las cosas		
19.- Tengo dolor al andar		
20.- Últimamente me enfado con facilidad		
21.- Creo que soy una carga para los demás		
22.- Me paso la mayor parte de la noche despierto/a		
23.- Siento que estoy perdiendo el control de mí mismo/a		
24.- Tengo dolor cuando estoy de pie		
25.- Me cuesta vestirme		
26.- Enseguida me quedo sin fuerzas		
27.- Me cuesta estar de pie mucho rato (ejemplo: Haciendo cola)		
28.- Tengo dolor constantemente		
29.- Me cuesta mucho dormirme		
30.- Creo que no tengo a nadie en quien confiar		
31.- Las preocupaciones me desvelan por la noche		
32.- Creo que no vale la pena vivir		
33.- Duermo mal por las noches		
34.- Me cuesta llevarme bien con la gente		
35.- Necesito ayuda para caminar fuera de casa (ejemplo: bastón, muletas o alguien que me ayude)		
36.- Tengo dolor al subir y bajar escaleras		
37.- Me despierto desanimado/a		
38.- Tengo dolor cuando estoy sentado/a		

Identificación **Fecha**

En la lista siguiente señale “SI” para cada uno de los aspectos de su vida que se haya visto afectado por su salud. Conteste “NO” para aquellos aspectos que no estén afectados.

	SI	NO
Actualmente, su estado de salud ¿le causa problemas con su puesto de trabajo?		
Actualmente, su estado de salud ¿le causa problemas con los trabajos Domésticos? (ejemplo: limpiar, cocinar, pintar, hacer reparaciones)		
Actualmente, su estado de salud ¿le causa problemas con su vida social? (ejemplo: salir, ver a los amigos, ir al bar)		
Actualmente, su estado de salud ¿le causa problemas con su vida familiar? (es decir, las relaciones con los de casa)		
Actualmente, su estado de salud ¿le causa problemas con su vida sexual?		
Actualmente, su estado de salud ¿le causa problemas con sus pasatiempos Y aficiones (ejemplo: hacer deportes, ver la TV, hacer media, etc.)		
Actualmente, su estado de salud ¿le causa problemas con los días de fiesta? (vacaciones, navidades, fines de semana)		

ENERGÍA

DOLOR

MOVILIDAD FÍSICA

REACCIONES EMOCIONALES

SUEÑO

AISLAMIENTO SOCIAL

AREAS LIMITADAS POR SU ESTADO DE SALUD

Identificación **Fecha**

Las preguntas que siguen se refieren a lo que usted piensa sobre su salud. Sus respuestas permitirán saber cómo se encuentra usted y hasta qué punto es capaz de hacer sus actividades habituales. Conteste cada pregunta tal como se indica. Si no está seguro/a de cómo responder a una pregunta, por favor conteste lo que le parezca más cierto.

1.- En general, usted diría que su salud es:

Excelente Muy buena Buena Regular Mala

2.- ¿Cómo diría usted que es su salud actual, comparado con la de hace un año?

Mucho mejor ahora que hace un año Algo mejor ahora que hace un año
 Más o menos igual que hace un año Algo peor ahora que hace un año
 Mucho peor ahora que hace una año

3.- Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?

	Sí, me limita mucho	Sí me limita un poco	No, no me limita nada
a) Esfuerzos intensos, tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) Esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) Coger o llevar la bolsa de la compra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) Subir varios pisos por la escalera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) Subir un solo piso por la escalera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) Agacharse o arrodillarse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) Caminar un kilómetro o más	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h) Caminar varias manzanas (varios centenares de metros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
i) Caminar una sola manzana (unos 100 metros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
j) Bañarse o vestirse por sí mismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.- Durante las últimas semanas, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

	SI	NO
a) ¿Tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) ¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) ¿Tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) ¿Tuvo dificultad para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ej, le costo más de lo normal)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Identificación **Fecha**

5.- Durante las 4 últimas semanas, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

	SI	NO
a) ¿Tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas por algún problema emocional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) ¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer, por algún problema emocional?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) ¿No hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, por algún problema emocional?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6.- Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?

Nada Un poco Regular Bastante Mucho

7.- ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?

No ninguno Sí, muy poco Sí, un poco Sí, moderado Sí, mucho Sí, muchísimo

8.- Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

Nada Un poco Regular Bastante Mucho

Identificación **Fecha**

9.- Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las últimas 4 semanas ¿cuánto tiempo

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a) se sintió lleno de vitalidad?.....	<input type="radio"/>					
b) estuvo muy nervioso?	<input type="radio"/>					
c) se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle? ...	<input type="radio"/>					
d) se sintió calmado y tranquilo?	<input type="radio"/>					
e) tuvo mucha energía?	<input type="radio"/>					
f) se sintió desanimado y triste?	<input type="radio"/>					
g) se sintió agotado?	<input type="radio"/>					
h) se sintió feliz?	<input type="radio"/>					
i) se sintió cansado?	<input type="radio"/>					

10.- Durante las 4 últimas semanas ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

Siempre Casi siempre Algunas veces Sólo alguna vez Nunca

11.- Por favor, diga si le parece CIERTA o FALSA cada una de las siguientes frases:

	Totalmente cierta	Bastante cierta	No lo sé	Bastante falsa	Totalmente falsa
a) Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas	<input type="radio"/>				
b) Estoy tan sano como cualquiera	<input type="radio"/>				
c) Creo que mi salud va a empeorar	<input type="radio"/>				
d) Mi salud es excelente	<input type="radio"/>				

FUNCIÓN FÍSICA **FUNCIÓN SOCIAL**
LIMITACIONES DEL ROL: PROBLEMAS FÍSICOS
LIMITACIONES DEL ROL: PROBLEMAS EMOCIONALES
SALUD MENTAL **VITALIDAD** **DOLOR**
PERCEPCIÓN DE LA SALUD GENERAL
CAMBIO DE LA SALUD EN EL TIEMPO

ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO

The Borg RPE scale

6	Sin ningún esfuerzo
7	Extremadamente ligero
8	
9	Muy ligero
10	
11	Ligero
12	
13	Algo intenso
14	
15	Intenso
16	
17	Muy intenso
18	
19	Extremadamente intenso
20	Máximo esfuerzo

The Borg RPE scale
© Gunnar Borg, 1982, 1998, 2004

TEST DE POMS

NOMBRE: _____

Más abajo hay una lista de palabras que describen sensaciones o sentimientos que tienen las personas. Después de leer cada palabra, fíjese en las cinco opciones posibles y elija la que mejor describa cómo se ha sentido usted últimamente, durante la última semana incluyendo el día de hoy. Coloque el número de la opción elegida a la derecha de cada palabra en la casilla correspondiente. Por favor, procure no omitir ninguna.

Conteste: 0- NADA, 1: POCO, 2: MODERADAMENTE, 3: BASTANTE, 4: MUCHÍSIMO

Cordial <input type="checkbox"/>	Rencoroso <input type="checkbox"/>	Indefenso <input type="checkbox"/>
Tenso <input type="checkbox"/>	Benévolo <input type="checkbox"/>	Abatido <input type="checkbox"/>
Enfadado <input type="checkbox"/>	Intranquilo <input type="checkbox"/>	Desconcertado <input type="checkbox"/>
Rendido <input type="checkbox"/>	Inquieto <input type="checkbox"/>	Alerta <input type="checkbox"/>
Infeliz <input type="checkbox"/>	Incapaz de concentrarse <input type="checkbox"/>	Decepcionado <input type="checkbox"/>
Perspicaz <input type="checkbox"/>		Furioso <input type="checkbox"/>
Animado <input type="checkbox"/>	Fatigado <input type="checkbox"/>	Eficiente <input type="checkbox"/>
Confuso <input type="checkbox"/>	Servicial <input type="checkbox"/>	Confiado <input type="checkbox"/>
Arrepentido por cosas hechas <input type="checkbox"/>	Irritado <input type="checkbox"/>	Lleno de dinamismo <input type="checkbox"/>
Inestable <input type="checkbox"/>	Desanimado <input type="checkbox"/>	Con mal genio <input type="checkbox"/>
Apático <input type="checkbox"/>	Resentido <input type="checkbox"/>	Inútil <input type="checkbox"/>
Enojado <input type="checkbox"/>	Nervioso <input type="checkbox"/>	Sin memoria <input type="checkbox"/>
Considerado <input type="checkbox"/>	Solo <input type="checkbox"/>	Despreocupado <input type="checkbox"/>
Triste <input type="checkbox"/>	Miserable <input type="checkbox"/>	Aterrorizado <input type="checkbox"/>
Activo <input type="checkbox"/>	Atontado <input type="checkbox"/>	Culpable <input type="checkbox"/>
Con los nervios de punta <input type="checkbox"/>	De buen humor <input type="checkbox"/>	Vigoroso <input type="checkbox"/>
	Amargado <input type="checkbox"/>	Inseguro de las cosas <input type="checkbox"/>
Malhumorado <input type="checkbox"/>	Exhausto <input type="checkbox"/>	Muy cansado <input type="checkbox"/>
Melancólico <input type="checkbox"/>	Ansioso <input type="checkbox"/>	
Energético <input type="checkbox"/>	Listo para pelear <input type="checkbox"/>	
Asustado <input type="checkbox"/>	Afable <input type="checkbox"/>	
Falto de esperanza <input type="checkbox"/>	Pesimista <input type="checkbox"/>	
Relajado <input type="checkbox"/>	Desesperado <input type="checkbox"/>	
Indigno <input type="checkbox"/>	Perezoso <input type="checkbox"/>	
	Rebelde <input type="checkbox"/>	

Identificación **Fecha**

En este cuestionario aparecen varios grupos de afirmaciones. Por favor, lea con atención cada una. A continuación, señale cuál de las afirmaciones de cada grupo describe mejor cómo se ha sentido durante esta última semana, incluido el día de hoy. Si dentro de un mismo grupo, hay más de una afirmación que considere aplicable a su caso, márquela también. Asegúrese de leer todas las afirmaciones dentro de cada grupo antes de efectuar la elección.

1. No me siento triste.
 Me siento triste.
 Me siento triste continuamente y no puedo dejar de estarlo.
 Me siento tan triste o tan desgraciado que no puedo soportarlo.
2. No me siento especialmente desanimado respecto al futuro.
 Me siento desanimado respecto al futuro.
 Siento que no tengo que esperar nada.
 Siento que el futuro es desesperanzador y las cosas no mejorarán.
3. No me siento fracasado.
 Creo que he fracasado más que la mayoría de las personas.
 Cuando miro hacia atrás, sólo veo fracaso tras fracaso.
 Me siento una persona totalmente fracasada.
4. Las cosas me satisfacen tanto como antes.
 No disfruto de las cosas tanto como antes.
 Ya no obtengo una satisfacción auténtica de las cosas.
 Estoy insatisfecho o aburrido de todo.
5. No me siento especialmente culpable.
 Me siento culpable en bastantes ocasiones.
 Me siento culpable en la mayoría de las ocasiones.
 Me siento culpable constantemente.
6. No creo que esté siendo castigado.
 Me siento como si fuese a ser castigado
 Espero ser castigado.
 Siento que estoy siendo castigado.
7. No estoy decepcionado de mí mismo.
 Estoy decepcionado de mí mismo.
 Me da vergüenza de mí mismo.
 Me detesto.

Identificación **Fecha**

8. No me considero peor que cualquier otro.
 Me autocritico por mis debilidades o por mis errores.
 Continuamente me culpo por mis faltas.
 Me culpo por todo lo malo que sucede.
9. No tengo ningún pensamiento de suicidio.
 A veces pienso en suicidarme, pero no lo cometería.
 Desearía suicidarme.
 Me suicidaría si tuviese la oportunidad.
10. No lloro más de lo que solía.
 Ahora lloro más que antes.
 Lloro continuamente.
 Antes era capaz de llorar, pero ahora no puedo, incluso aunque quiera.
11. No estoy más irritado de lo normal en mí.
 Me molesto o irrito más fácilmente que antes.
 Me siento irritado continuamente.
 No me irrito absolutamente nada por las cosas que antes solían irritarme.
12. No he perdido el interés por los demás.
 Estoy menos interesado en los demás que antes.
 He perdido la mayor parte de mi interés por los demás.
 He perdido todo el interés por los demás.
13. Tomo decisiones más o menos como siempre he hecho.
 Evito tomar decisiones más que antes.
 Tomar decisiones me resulta mucho más difícil que antes.
 Ya me es imposible tomar decisiones.
14. No creo tener peor aspecto que antes.
 Me temo que ahora parezco más viejo o poco atractivo.
 Creo que se han producido cambios permanentes en mi aspecto que me hacen parecer poco atractivo
 Creo que tengo un aspecto horrible.

Identificación **Fecha**

15. Trabajo igual que antes.
 Me cuesta un esfuerzo extra comenzar a hacer algo.
 Tengo que obligarme mucho para hacer algo.
 No puedo hacer nada en absoluto.
16. Duermo tan bien como siempre.
 No duermo tan bien como antes.
 Me despierto una o dos horas antes de lo habitual y me resulta difícil volver a dormir.
 Me despierto varias horas antes de lo habitual y no puedo volverme a dormir.
17. No me siento más cansado de lo normal.
 Me canso más fácilmente que antes.
 Me canso en cuanto hago cualquier cosa.
 Estoy demasiado cansado para hacer nada.
18. Mi apetito no ha disminuido.
 No tengo tan buen apetito como antes.
 Ahora tengo mucho menos apetito.
 He perdido completamente el apetito.
19. Últimamente he perdido poco peso o no he perdido nada.
 He perdido más de 2 kilos y medio.
 He perdido más de 4 kilos.
 He perdido más de 7 kilos.
- Estoy a dieta para adelgazar: SI NO
20. No estoy preocupado por mi salud más de lo normal.
 Estoy preocupado por problemas físicos como dolores, molestias, malestar de estómago o estreñimiento.
 Estoy preocupado por mis problemas físicos y me resulta difícil pensar en algo más.
 Estoy tan preocupado por mis problemas físicos que soy incapaz de pensar en cualquier cosa.
21. No he observado ningún cambio reciente en mi interés por el sexo
 Estoy menos interesado por el sexo que antes
 Estoy mucho menos interesado por el sexo
 He perdido totalmente mi interés por el sexo

TOTAL: