



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## ¿Duermen bien los deportistas de elite?☆

Carla Estivill-Domènech<sup>a,\*</sup>, Beatriz Galilea<sup>b</sup>, Beatriz Rodríguez-Morilla<sup>c</sup>,  
Ignasi de Yzaguirre<sup>d</sup>, Eduard Estivill<sup>e</sup>, Elena López<sup>f</sup>, María Antonia Zamora<sup>g</sup>,  
Juan Antonio Madrid<sup>c</sup>, Francisco Segarra<sup>e</sup>

<sup>a</sup> *Fundación Estivill Sueño, Barcelona, España*

<sup>b</sup> *Departament de Psicologia, Centre de Medicina de l'Esport, Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España*

<sup>c</sup> *Instituto de Investigación Biosanitaria Virgen de la Arrixaca (IMIB), Campus Ciencias de la Salud, El Palmar, Murcia, España*

<sup>d</sup> *Departament de Medicina de l'Esport, Centre de Medicina de l'Esport, Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España*

<sup>e</sup> *Clínica del Sueño Estivill, Hospital Quirón-Dexeus, Barcelona, España*

<sup>f</sup> *Servicio de Tutoría, Residencia Blume, Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España*

<sup>g</sup> *Departament d'Infermeria, Centre de Medicina de l'Esport, Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España*

Recibido el 20 de septiembre de 2017; aceptado el 16 de octubre de 2017

### PALABRAS CLAVE

Sueño;  
Rendimiento deportivo;  
Fatiga;  
Somnolencia;  
Ritmos circadianos;  
Entrenamiento invisible

### Resumen

**Introducción:** El objetivo del estudio fue evaluar el sueño, los ritmos circadianos y el estado neurocognitivo de deportistas de alto rendimiento durante el periodo habitual de entrenamiento, competiciones y estudios.

**Material y métodos:** Se evaluó un equipo de 12 jugadoras (mujeres, 15-17 años) de baloncesto de alto rendimiento, concentrado en una residencia de deportistas. Se estudió el sueño mediante polisomnografía, los ritmos circadianos mediante sensores de monitorización circadiana ambulatoria, y el estado neurocognitivo mediante batería de cuestionarios.

**Resultados:** Las deportistas duermen  $6:57 \pm 0,02$  h, la actividad nocturna del  $201,1 \pm 33,7\%$  se sitúa por encima de la normalidad (65-135%), la regularidad de horarios, de un  $72,6 \pm 9,2\%$ , también está fuera de rango normal (75-125%). La profundidad de sueño, del  $85,1 \pm 2,6\%$  (valores normales entre 85-100%), es reducida, y la temperatura periférica elevada durante el día, de  $33,4 \pm 0,9$  °C (valores normales entre 31-33 °C), indica somnolencia.

**Conclusiones:** Las deportistas de nuestro estudio duermen menos horas de las necesarias, la calidad del sueño es baja debido a la fatiga muscular y a los malos hábitos, y los hora-

☆ Trabajo presentado en la XXIV reunión anual de la Sociedad Española del Sueño (Valladolid, 31 de marzo-2 de abril de 2016)

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rcarla@doctorestivill.es (C. Estivill-Domènech).

**KEYWORDS**

Sleep;  
Sports performance;  
Fatigue;  
Sleepiness;  
Circadian rhythms;  
Invisible training

rios irregulares deterioran el sistema circadiano. Todo esto influye en su rendimiento tanto físico como mental. Es básico concienciar al colectivo, con todos los estamentos implicados, de la importancia de mejorar estos hábitos de sueño para mantener el rendimiento físico óptimo.

© 2017 FC Barcelona. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

**Do elite athletes sleep well?****Abstract**

*Introduction:* The objective of the study was to evaluate sleep, circadian rhythms and neurocognitive status of high performance athletes during the usual period of training, competitions and studies.

*Material and method:* A team of 12 high-performance basketball players (women, 15-17 years old) concentrated in a sports residence was evaluated. Sleep was studied through polysomnography, circadian rhythms using ambulatory circadian monitoring sensors, and neurocognitive status using a battery of questionnaires.

*Results:* Athletes sleep  $6:57 \pm 0.02$  h, nocturnal activity of  $201.1 \pm 33.7\%$  is above normal range (65-135%), regularity of schedules,  $72.6 \pm 9.2\%$  is also out of range (75-125%). The sleep depth of  $85.1 \pm 2.6\%$  (normal values between 85 and 100%) is reduced, and the peripheral temperature during the day, of  $33.4 \pm 0.9$  °C (normal values between 31 and 33 °C), indicates drowsiness.

*Conclusions:* Our sample of athletes sleep less than the necessary hours, their sleep quality is low due to muscle fatigue and poor habits, and their irregular schedule deteriorates the circadian system. All of this influences both physical and mental performance. It is essential to raise awareness of the importance of improving these sleep habits in order to maintain optimum physical performance.

© 2017 FC Barcelona. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

La evidencia científica demuestra que uno de los principales factores que influyen en el rendimiento deportivo es la calidad y la cantidad de horas que duermen los deportistas<sup>1</sup>.

El desarrollo y el rendimiento deportivo se basan principalmente en el entrenamiento, pero también son importantes otros factores de entrenamiento invisible, como son la recuperación física, la preparación psicológica, la nutrición y también el descanso. El sueño adecuado juega un papel muy importante en el rendimiento atlético, en la recuperación física, fisiológica y metabólica, a la vez que asegura un buen estado cognitivo y anímico.

Sin embargo, la misma disciplina de los deportistas lleva implícita una reducción de las horas de sueño, problemas en la calidad del descanso y deterioro de los ritmos circadianos<sup>2-6</sup>. Los horarios de entrenamiento, las competiciones y el estrés y la ansiedad que conllevan, el alto desgaste físico y el sobreentrenamiento afectan a su descanso. Este desgaste y mala calidad del sueño impiden la reparación necesaria, afectando en la recuperación física y mental.

En numerosas publicaciones se estudia la afectación de la falta de descanso en la recuperación y el rendimiento físico. Skein et al.<sup>7</sup> asocian la falta de sueño a una reducción de los niveles de glucógeno muscular, y un consecuente menor rendimiento en las pruebas atléticas realizadas; Van-Helder et al.<sup>8</sup> hacen hincapié en la relación de la privación de sueño con un aumento de la demanda metabólica y un

consumo energético más elevado. Igualmente, la recuperación se hace menos efectiva debido a un aumento del consumo energético y la demanda metabólica<sup>9,10</sup>. Finalmente, también se ha relacionado la falta de sueño como el factor más importante en el riesgo de sufrir lesiones, aumentando 1,7 veces el riesgo de lesionarse, según un estudio realizado con 160 atletas adolescentes<sup>11</sup>.

Los ritmos circadianos están determinados genéticamente por la naturaleza de cada individuo, y van a influenciar la variabilidad del rendimiento durante el día<sup>12</sup>. Su preservación es muy importante para conservar el equilibrio homeostático, directamente relacionado con sus funciones mentales y físicas, la función cardiovascular, la temperatura central o el metabolismo. Los horarios de entrenamiento deberían ir acorde al cronotipo de cada deportista.

No menos importante es la influencia de la falta de descanso en el estado anímico y cognitivo. La relación con la percepción de fatiga, la resistencia al estrés, la capacidad de trabajo, el tiempo de reacción y la concentración se ven afectados por la falta de sueño<sup>13</sup>.

Como referencia directa relacionada con el presente estudio, se ha publicado un trabajo realizado por Mah et al.<sup>14</sup>. En él se estudió el efecto de la extensión de sueño sobre el rendimiento de un equipo de jugadores de baloncesto de la Universidad de Standford. Con la extensión de sueño de 7 h 45 min, promedio inicial, a 9 h 15 min, se observaron mejoras significativas en todas las pruebas de rendimiento atlético: más rapidez en carrera cronometrada, más precisión en tiros libres a básquet y triples, y mejor valoración

subjetiva sobre el rendimiento atlético. Igualmente, las jugadoras expresaron en diferentes test un nivel menor de somnolencia (test Epworth), mejor perfil de humor, menor fatiga y mayor vitalidad (test POMS), y disminución del tiempo de reacción (test PVT).

En el presente trabajo se estudiará el sueño de un equipo femenino de baloncesto de élite, abordando nuevamente el estudio del sueño para aportar más datos científicos sobre la calidad y la cantidad de su descanso. De forma novedosa, el método de análisis objetivo de sueño, mediante sensores de monitorización circadiana ambulatoria (MCA), nos permitirá analizar objetivamente las horas de sueño, su calidad, los despertares nocturnos, los hábitos diarios, la temperatura corporal y los ritmos circadianos, entre otros parámetros. Además, mediante una batería de cuestionarios se evalúan las condiciones neurocognitivas de las participantes.

Los datos obtenidos nos permitirán conocer las horas de sueño, la calidad, y también podremos detectar posibles patologías, evaluar los hábitos de sueño y la influencia del entorno para la buena calidad del descanso.

## Material y métodos

Se realizó un estudio observacional de un equipo de 12 jugadoras (mujeres, 15-17 años) de baloncesto de alto rendimiento (mediante el consentimiento firmado por padres o tutores), concentrado en una residencia de deportistas (Residencia Blume, Esplugues de Llobregat). Se estudió el sueño de cada participante mediante polisomnografía durante una noche, en las habitaciones habituales de la misma residencia. Igualmente, se realizó un estudio de los ritmos circadianos mediante sensores de cronobiología que se llevan a modo de reloj, durante 7 días de actividad habitual, las 24 h del día. Finalmente, mediante una batería de cuestionarios se evaluó el estado psicológico y neurocognitivo de las participantes.

### Polisomnografía

El registro de polisomnografía (Clínica de Sueño Dr. Estivill, Barcelona) durante una noche convencional en el sitio habitual (residencia de deportistas) se realizó para analizar la arquitectura del sueño de cada participante y detectar posibles patologías del sueño que puedan interferir en el descanso nocturno del sujeto (apneas / hipoapneas, movimientos periódicos de las extremidades, parasomnias).

La actividad cerebral se registró mediante electrodos de contacto, siguiendo las técnicas dictadas por la Academia Americana de Sueño. La actividad electromiográfica (EMG) se midió aplicando electrodos a la región submentoniana y músculos tibiales anteriores. Se utilizó un sensor de posición corporal. El ritmo cardíaco también se registró. Los movimientos oculares (EOG) se midieron mediante dos electrodos situados cerca de los ojos. Se emplearon resistencias térmicas nasales y bucales y transductor de presión, así como tiras de inducción abdominal y torácica, para analizar la dinámica respiratoria. El flujo nasal y la saturación de oxígeno en sangre ( $\text{SaO}_2$ ) se registraron por medio de oximetría de pulso. Los datos de polisomnografía se adquirieron

simultáneamente a partir de 15 canales diferentes a 30 s por página, durante 8 h.

### Estudio circadiano

Los ritmos circadianos y el ciclo sueño / vigilia de las participantes fueron estudiados mediante un dispositivo de monitorización circadiana ambulatoria (MCA) (Kronowise®, Chronolab, Universidad de Murcia) multicanal que consiste en: 1) un reloj de pulsera que incluye un sensor de temperatura (Thermochron® iButton DS1921H, Dallas, Maxim) para el registro de la temperatura corporal distal (°C) como medida indirecta de somnolencia<sup>15</sup> y un sensor (Hobo® PendantTemp/Light Data Logger) de temperatura ambiente (°C) y luz (lx), y 2) un actímetro (Hobo® Pendant G Acceleration Data Logger) como brazalete, que registra aceleración ( $\text{m/s}^2$ ) y posición estática (°) en los tres ejes, para evaluar los ritmos reposo / actividad.

Los sensores se llevaron las 24 h del día durante 7 días con hábitos diarios normales. Las variables de posición, actividad y luz se registraron cada 30 s y la temperatura corporal se tomó cada 10 min.

Todos los datos fueron analizados con el software Circadianware® (Chronolab, Universidad de Murcia) y se representó la media de los 7 días de los parámetros individuales de temperatura corporal, actividad y luz, que son comparados con los valores estándar de una población normal.

El cálculo algorítmico de la temperatura corporal (T), la actividad motora (A) y la posición (P) dio como resultado la variable integrada TAP<sup>16</sup>, como estimación del nivel de activación que permite la inferencia de los periodos de sueño / vigilia. Niveles altos de TAP corresponden a niveles bajos de temperatura corporal con valores altos de actividad y posición, que representan periodos de activación mental y física elevados (vigilia), mientras que TAP bajo corresponde a niveles altos de temperatura y bajos de actividad y posición, valores típicos de sueño.

El análisis de los datos registrados mediante los sensores aporta diversos indicadores sobre el sueño y los ritmos circadianos: horas de sueño, temperatura media nocturna como indicador de la profundidad del sueño, temperatura media durante el día como indicador de alerta o somnolencia, actividad durante la noche como indicador del fraccionamiento, profundidad del sueño, hábitos regulares para evaluar los ritmos circadianos, la estabilidad interdiaria (EI) relacionada con la regularidad del ciclo sueño / vigilia entre diferentes días, la fragmentación intradiaria (FI) de las variables registradas, la amplitud relativa (AR) según el contraste de las variables entre la vigilia y el sueño, y el funcionamiento circadiano del ritmo vigilia / sueño (CFI) como valor global de la robustez de los ritmos circadianos.

### Batería de cuestionarios

Las participantes completaron la siguiente batería de cuestionarios: se midió el nivel de somnolencia subjetiva mediante el test de somnolencia de Epworth (ESS)<sup>17</sup>, que utiliza una escala entre 0 y 24, siendo 9 el valor máximo de normalidad. La escala compuesta de matutinidad (ECM)<sup>18</sup> midió el cronotipo o perfil genéticamente determinado para ser vespertino o matutino, que condiciona el rendimiento físico de

**Taula 1** Media y desviación estándar de los parámetros polisomnográficos durante el estudio del sueño de una noche en las participantes sin patología asociada

| Parámetros polisomnográficos | Resultados (media) | DE    |
|------------------------------|--------------------|-------|
| Tiempo total sueño (h)       | 6,71               | 2,01  |
| Eficiencia sueño (%)         | 95,20              | 25,71 |
| Despertares (n)              | 6                  | 3,39  |
| Latencia de sueño (min)      | 19,00              | 13,56 |
| Fragmentación (%)            | 15,90              | 4,88  |
| REM (%/TST)                  | 23,90              | 7,28  |
| Fase 1 (%/TST)               | 3,70               | 1,78  |
| Fase 2 (%/TST)               | 48,10              | 13,60 |
| Fase 3 (%/TST)               | 24,60              | 7,06  |
| Arousals (n)                 | 67                 | 22,64 |

cada deportista en los horarios de entrenamiento. Las funciones ejecutivas se evaluaron con el Test de los Senderos TESEN (JA Portellano y R Martínez Arias, TEA ediciones, Madrid), cuestionario estandarizado derivado de TMT<sup>19</sup>, que se basa en la capacidad de planificación visual. Se tomaron las medidas del tiempo de realización y los errores cometidos.

Se realizó el test del perfil de estados de humor (POMS)<sup>20</sup> para determinar los 7 perfiles: tensión, depresión, enfado, vitalidad, fatiga, confusión y sociabilidad. Es una herramienta muy utilizada en el ámbito deportivo, donde se observa que los estados de ánimo negativos son más reducidos en comparación con la población normal, y más elevado el vigor<sup>21</sup>. Este perfil, característico de los deportistas, sigue el modelo denominado tipo iceberg, que se ve afectado con el sobreentrenamiento y la fatiga<sup>22</sup>.

## Resultados

La media de edad de las participantes en el estudio fue de  $16 \pm 0,8$  años, con un peso de  $69 \pm 7,1$  kg,  $185 \pm 6,1$  m de altura e IMC de  $20,7 \pm 1,1$ .

De acuerdo con los resultados del cuestionario cronotípico ECM se observaron 6 jugadoras con perfil matutino (baremo entre 36-55), 2 con carácter vespertino (baremo entre 13-26), quedando el resto con cronotipo intermedio. El cuestionario de somnolencia de Epworth nos dio un índice subjetivo medio de somnolencia de 9 (valor límite de normalidad), y el 54% de las participantes indicaban tener excesiva somnolencia (con una puntuación por encima de 9). Durante el estudio se observó un nivel de lesiones elevado, que afectaba al 75% de las participantes.

## Resultados de la polisomnografía

En los estudios de polisomnografía detectamos un registro patológico por insomnio psicofisiológico (caso 1), un caso de hipopnea postural (caso 6) y un caso con movimientos excesivos en las extremidades (mioclono, caso 12). Los valores medios obtenidos para los 9 registros normales son los que se muestran en la tabla 1: la estructura del sueño según los porcentajes de las fases del sueño está dentro de la norma-

lidad, aunque el tiempo total de sueño como media fue corto, con una elevada latencia de sueño y un excesivo número de *arousals* (o microdespertares).

## Resultados del estudio circadiano

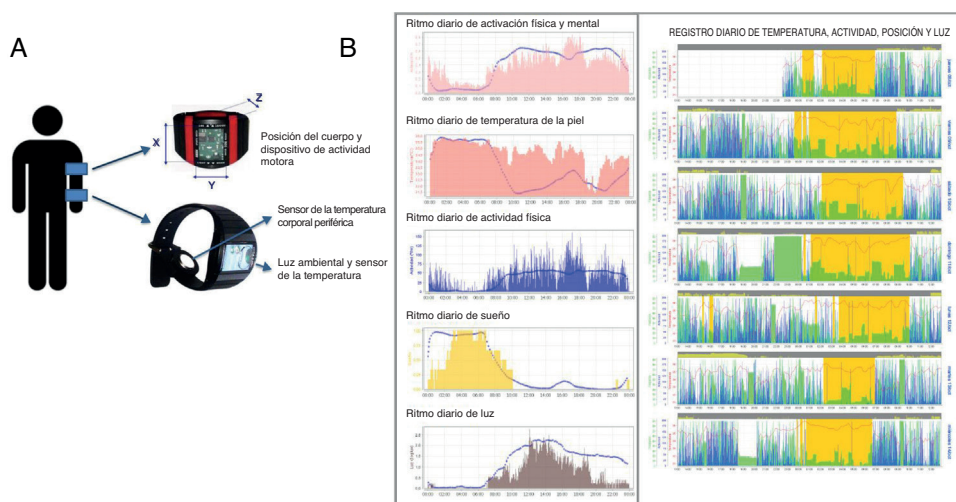
Mediante el registro diario, durante 7 días, de las variables T, A, TAP, sueño y luz, podemos obtener información de la cantidad de horas que duermen y de la profundidad del sueño. Igualmente observamos sus ritmos circadianos de vigilia / sueño, según la regularidad de sus hábitos. Los resultados también se comparan con la población normal mediante la representación gráfica de la media semanal de las variables.

En la figura 1 se muestra un ejemplo de este tipo de registro. Los horarios de sueño durante los diferentes días son irregulares, debido a los malos hábitos. La actividad al principio de la noche es elevada debido a la dificultad de dormirse, y la elevada temperatura durante el día es un reflejo de la somnolencia.

En la tabla 2 se muestran los resultados de los estudios circadianos de todas las participantes, junto con la media de cada uno de los parámetros calculados. De forma generalizada, observamos que el número de horas de sueño durante toda la semana (7:35 h) es menor a las necesarias para la edad de las participantes, y se reduce aún más al considerar solo los días laborables (6:55 h). Esto va asociado a la somnolencia que experimentan durante el día, detectada por una temperatura generalmente elevada (temperatura de vigilia:  $33,38$  °C) comparada con el valor de normalidad ( $31-33$  °C). Además, detectamos una actividad excesiva durante la noche (201,09%), comparado con la normalidad (65-135%), debido a un sueño fraccionado, lo que provoca un sueño poco reparador. Finalmente, la regularidad de hábitos (72%) y la profundidad de sueño (84,94%) son inferiores a los normales de la población sana (75-125% y 85-100%, respectivamente). Estas alteraciones se asocian a un cierto grado de disrupción de los ritmos circadianos.

En la tabla 3 se muestran otros parámetros indicativos del funcionamiento circadiano de las variables registradas. Los valores bajos del parámetro EI (índice de regularidad) indican que los ritmos de T, TAP y sueño durante la semana no se mantienen estables día a día, debido a unos malos hábitos circadianos. Lo mismo concluimos con los valores bajos del parámetro CFI, que es un reflejo de mala calidad circadiana de sus horarios. Los valores altos de FI muestran inestabilidad de las variables durante 24 h, lo que indica que el sueño está fragmentado. La amplitud relativa (AR) de la variable temperatura es baja, debido a la poca diferencia entre la temperatura del día (siendo anormalmente elevada debido a la somnolencia) y la de la noche.

Los horarios de sueño están totalmente asociados a sus actividades y obligaciones durante la semana. En la figura 2 se observa cómo se reducen las horas de sueño entre semana, levantándose muy temprano para ir a entrenar pero manteniendo horarios tardíos a la hora de acostarse, lo que no les permite dormir las horas necesarias. En cambio, durante el fin de semana se observa de forma generalizada un retraso del ritmo vigilia / sueño, lo que provoca una desincronización del ritmo circadiano entre fin de semana y días entre semana, fenómeno conocido como *jet-lag* social.



**Figura 1** A) Esquema de la colocación de los sensores de monitorización circadiana ambulatoria. B) Ejemplo de representación gráfica del estudio cronobiológico durante 7 días. Izquierda: representación gráfica de la media semanal de las variables TAP, temperatura, actividad física, sueño y luz (áreas de color), comparadas con los valores estándar de la población sana (líneas azules). Derecha: representación gráfica de las variables de actividad (azul), posición (verde) y temperatura (línea roja) de una persona, registradas durante 7 días. El cálculo de la duración del sueño, marcado per la franja amarilla, se caracteriza por una temperatura alta, movimientos reducidos y una posición baja. Los episodios de despertar durante el sueño se caracterizan por movimientos de posición y descenso de la temperatura.

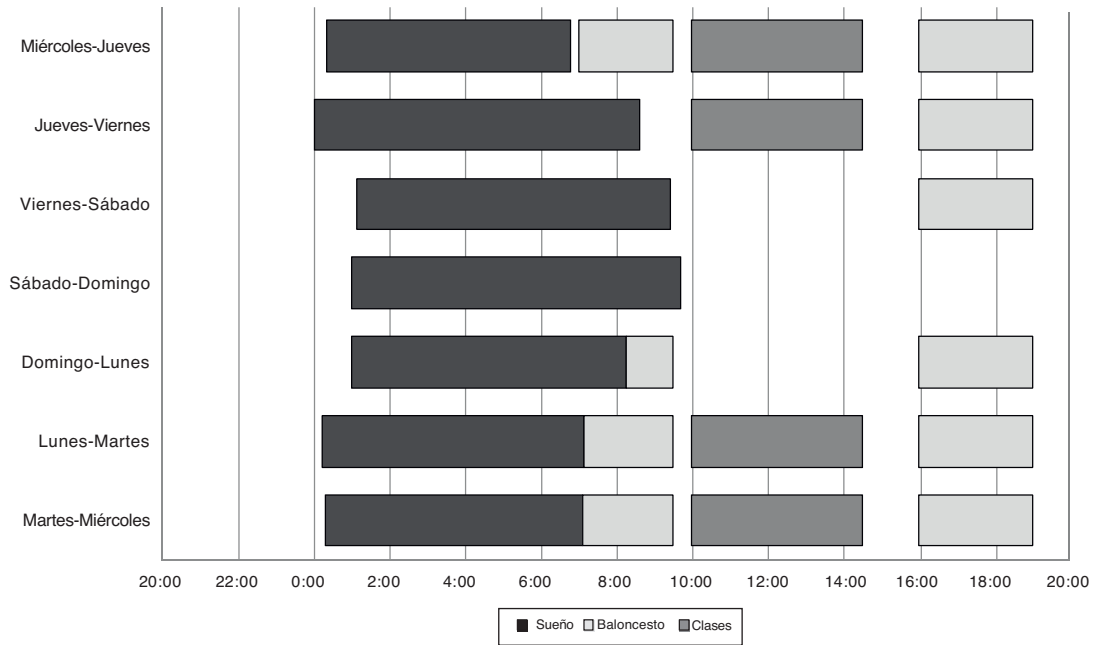
**Taula 2** Resultados de los parámetros (entre paréntesis los valores de normalidad) del registro del estudio circadiano realizado durante una semana, de cada una de las participantes (los espacios de datos en blanco se deben a errores de medida). En la parte inferior se muestran la media y la desviación estándar (DE)

|       | Horas de sueño | Sueño días laborables | Hábitos regulares (75-125%) | T vigilia (31-33 °C) | T noche (34-36 °C) | Actividad noche (65-135%) | Profundidad sueño (85-100%) |
|-------|----------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1     | 7:36           | 6:44                  | 60,56                       | 33,54                | 34,84              | 210,70                    | 81,22                       |
| 2     | 7:41           | 7:00                  | 70,03                       |                      |                    | 219,03                    | 83,44                       |
| 3     | 7:09           | 7:15                  | 89,32                       | 33,98                | 35,15              | 153,70                    | 89,26                       |
| 4     | 8:03           | 7:33                  | 71,05                       | 33,60                | 35,40              | 136,13                    | 85,30                       |
| 5     | 7:33           | 7:08                  | 61,92                       | 32,24                | 34,56              | 178,53                    | 83,44                       |
| 6     | 7:14           | 6:24                  | 70,88                       | 34,12                | 35,66              | 217,32                    | 87,06                       |
| 7     | 7:52           | 7:59                  | 90,06                       | 33,78                | 35,70              | 248,79                    | 88,38                       |
| 8     | 7:44           | 6:06                  | 72,08                       |                      |                    | 213,42                    | 83,01                       |
| 9     | 7:29           | 6:45                  | 63,11                       | 34,41                | 35,55              | 180,74                    | 81,17                       |
| 10    | 7:45           | 6:42                  | 74,65                       | 31,53                | 34,17              | 211,70                    | 87,27                       |
| 11    | 7:44           | 7:12                  | 70,46                       | 33,75                | 35,07              | 198,16                    | 84,36                       |
| 12    | 7:15           | 6:23                  | 69,87                       | 32,84                | 34,44              | 244,81                    | 85,31                       |
| Media | 7:35           | 6:55                  | 72,00                       | 33,38                | 35,05              | 201,09                    | 84,94                       |
| DE    | 0:16           | 0:31                  | 9,33                        | 0,90                 | 0,54               | 33,75                     | 2,65                        |

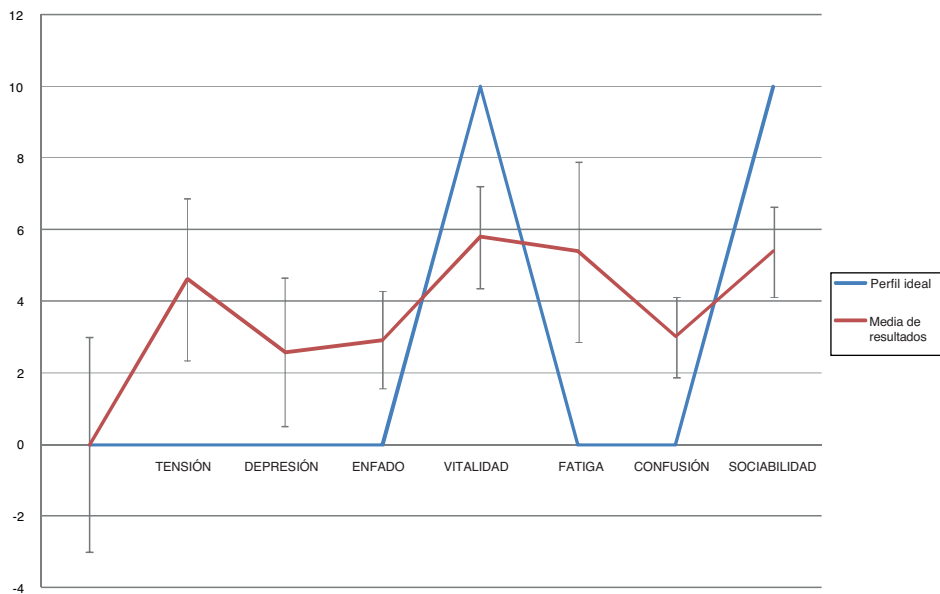
**Taula 3** Media de los resultados de los parámetros que caracterizan los ritmos circadianos sobre las variables registradas (T, TAP y sueño) de las participantes. Entre paréntesis, los márgenes de normalidad, entre el valor límite y el valor óptimo.

| Variabes                       | T              | TAP            | Sueño        |
|--------------------------------|----------------|----------------|--------------|
| El (estabilidad interdiaria)   | 0,42 (0,4-1)   | 0,48 (0,5-1)   | 0,72 (0,6-1) |
| FI (fragmentación intradiaria) | 0,21 (0,21-0)  | 0,43 (0,4-0)   | 0,16 (0,1-0) |
| AR (amplitud interdiaria)      | 0,025 (0,22-1) | 0,58 (0,5-1)   |              |
| CFI (ritmos circadianos)       | 0,44 (0,46-1)  | 0,61 (0,6-0,9) |              |





**Figura 2** Representación gráfica de la media de los horarios de sueño (barras negras), entrenamiento de baloncesto (barras grises) y clases (barras de color gris oscuro), de todas las jugadoras durante la semana.



**Figura 3** La gráfica muestra la media de resultados del cuestionario POMS, comparada con el perfil ideal (Iceberg).

**Resultados de la batería de cuestionarios**

El cuestionario del estado anímico (POMS) se compara con el perfil Iceberg típico en el deportista de élite. Los resultados de la curva media de las deportistas del presente estudio (fig. 3) nos muestra unos niveles de tensión excesivamente elevada, depresión, confusión y fatiga, y una reducción de la vitalidad.

El déficit crónico de sueño que presentan las participantes podría traducirse en la inestabilidad anímica que muestran, y también se asocia a una falta de recuperación física.

En el cuestionario sobre las funciones ejecutivas (TESEN) se obtienen unos resultados medios de ejecución y veloci-

dad correctos, en percentiles 85% y 90%, respectivamente. Sin embargo, la puntuación media de precisión, en el percentil 30%, es normal-baja, lo que se asocia a una insuficiente flexibilidad mental, a excesiva impulsividad y dificultades en la memoria de trabajo, mezclado con factores emocionales y motivacionales.

**Discusión**

Mediante el estudio polisomnográfico, la monitorización circadiana durante una semana y la batería de cuestionarios podemos extraer conclusiones sobre el sueño de las jugado-

ras, sus hábitos, los ritmos circadianos, la calidad del descanso y las consecuencias en la somnolencia y en el estado anímico.

Deportistas de la misma edad que la del grupo del estudio necesitarían dormir al menos 9 h diarias. Sin embargo, hemos observado que los horarios de entrenamiento y de estudio dificultan que duerman las horas necesarias. De forma generalizada experimentan una privación crónica de sueño, muy exagerada durante los días laborables. El fin de semana intentan recuperar pero retrasan el horario de sueño, provocando una desincronización del ritmo circadiano.

Igualmente hemos constatado una mala calidad de su sueño. La actividad durante el sueño es excesiva, y puede ser producto de la fatiga muscular acumulada durante el día. Esto da lugar a un sueño fraccionado no reparador. Además, el entorno de la residencia, con habitaciones compartidas y espacios comunes, impide un silencio absoluto y la oscuridad durante la noche, y provoca una demora a la hora de acostarse. Las rutinas y los hábitos de sueño se ven afectados por el entorno social y la variabilidad de los horarios. Los ritmos circadianos desincronizados contribuyen al mantenimiento de las perturbaciones de sueño observadas.

La falta de sueño y su mala calidad conlleva una somnolencia durante el día, constatada con una temperatura excesivamente elevada. Esto puede condicionar un rendimiento inferior al esperado por el nivel de los deportistas. Observamos un estado anímico afectado por la fatiga, lo que repercute en la gestión emocional de las jugadoras en el equipo.

La evidencia científica constata la importancia de preservar las horas de sueño y su calidad en los deportistas. Debería considerarse como parte del entrenamiento invisible, necesario para conseguir la reparación física que necesitan para mantener el rendimiento deportivo óptimo, así como para generar una buena estabilidad emocional y cognitiva. Es necesaria una buena calidad de sueño, con horarios estables, buenas rutinas de sueño y un entorno favorable para asegurar la calidad del descanso.

Sin embargo, la falta de sueño en este grupo de deportistas estudiadas pone en evidencia la necesidad de incorporar estrategias que permitan mejorar en este sentido. De hecho, la deficiencia de sueño se ha observado previamente en deportistas de diferentes disciplinas. Es fundamental que todos los estamentos implicados en el entrenamiento deportivo den la necesaria importancia al descanso nocturno. El sueño y el estado físico y mental de las deportistas está degradado, lo que, como ya ha sido publicado, se correlaciona con un menor rendimiento deportivo y un aumento de probabilidad de lesiones. Por lo tanto, dormir más horas es una condición fundamental para mejorar su rendimiento.

## Financiación

Trabajo financiado por el Consell Català de l'Esport de la Generalitat de Catalunya (PRE/1278/2015).

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Halsal SL. Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Med.* 2014;1(S13):13-23.
- Sargent C, Halsal S, Roach GD. Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(S1):S310-5.
- Leeder J, Glaister M, Pizzoferrero K, Dawson J, Pedlar C. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wrist-watch actigraphy. *J Sports Sci.* 2012;30:541-5.
- Fietze I, Strauch J, Holzhausen M, Glos M, Theobald C, Lehnkering H, et al. Sleep quality in professional ballet dancers. *Chronobiol Int.* 2009;26:1249-62.
- Sargent C, Lastella M, Halsal SL, Roach GD. The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiol Int.* 2014;31:1160-8.
- Bieniarz I. Sueño y entrenamiento deportivo. *Apunts Educ Física Dep.* 1999;70:42-9.
- Skein M, Duffield R, Edge J, Short MJ, Mündel T. Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1301-11.
- VanHelder T, Radomski MW. Sleep deprivation and the effect on exercise performance. *Sports Med.* 1989;7:235-47.
- Berger RJ, Phillips NH. Energy conservation and sleep. *Behav Brain Res.* 1995;69:65-73.
- Jung CM, Melanson EL, Frydendall EJ, Perreault L, Eckel RH, Wright KP. Energy expenditure during sleep, sleep deprivation and sleep following sleep deprivation in adult humans. *J Physiol.* 2011;589:235-44.
- Milewski MD, Skaggs DL, Bishop GA, Pace JL, Ibrahim DA, Wren TA, et al. Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *J Pediatr Orthop.* 2014;34:129-33.
- Facer-Childs E, Brandstaetter R. The impact of circadian phenotype and time since awakening on diurnal performance in athletes. *Curr Biol.* 2015;25:518-22.
- Van Dongen HP, Maislin G, Mullington JM, Dinges DF. The cumulative cost of additional wakefulness: Dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep.* 2003;26:117-26.
- Mah CD, Mah KE, Kezirian EJ, Dement WC. The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep.* 2011;34:943-50.
- (a) Sarabia JA, Rol MA, Mendiola P, Madrid JA. Circadian rhythm of wrist temperature in normal-living subjects. A candidate of new index of the circadian system. *Physiol Behav.* 2008;95:570-80.  
(b) Hasselberg MJ, McMahon J, Parker K. The validity, reliability, and utility of the iButton® for measurement of body temperature circadian rhythms in sleep/wake research. *Sleep Med.* 2013;14:5-11.
- (a) Ortiz Tudela E, Martinez Nicolas A, Campos M, Rol MA, Madrid JA. A new integrated variable based on thermometry, actimetry and body position (TAP) to evaluate circadian system status in humans. *PLoS Comp Biol.* 2011;6:e1000996.  
(b) Ortiz Tudela E, Martinez Nicolas A, Albares J, Segarra F, Campos M, Estivill E, et al. Ambulatory circadian monitoring (ACM) based on thermometry, motor activity and body position (TAP): A comparison with polysomnography. *Physiol Behav.* 2014;126:30.
- Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: The Epworth sleepiness scale. *Sleep.* 1991;14:540.
- Díaz Ramiro E. Estudio de los aspectos psicológicos determinantes de la adaptación al trabajo nocturno [tesis doctoral no publicada]. Facultad de Psicología, Universidad Complutense de Madrid; 2000.

19. Reitan RM. Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Percept Mot Skills*. 1958;8:271-6.
20. McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. Manual for the profile of mood states. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service; 1971.
21. Balaguer I, Fuentes I, Meliá JL, Garcia-Merita ML, Perez Recio G. El perfil de los estados de ánimo (POMS): baremo para estudiantes valencianos y su aplicación en el contexto deportivo. *Rev Psicol Dep*. 1993;4:39-52.
22. (a) Morgan WP, Brown DR, Raglin JS, O'Connor PJ, Ellickson KA. Psychological monitoring of overtraining and staleness. *Br J Sports Med*. 1987;21:107-14.  
(b) De Rose D, Deschamps S, Korsakas P. Situações causadoras de stress no basquetebol de alto rendimento: fatores competitivos. *Revista Paulista de Educação Física*. 1999;13:217.