

La nutrición como sincronizador del sistema circadiano

Nutrition as a synchronizer of the circadian system

Luis Rosendo Rucobo Gurrola*

Resumen

La nutrición es uno de los procesos más importantes para el mantenimiento de la vida en los seres vivos, ya que comprende los mecanismos adecuados para la obtención de nutrientes, siendo uno de los campos más importantes de la salud, especialmente en los estilos de vida y su aplicación en la prevención, diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades. Sin embargo, actualmente hay campos que aún no han sido analizados del todo en este ámbito, tal es el caso de la influencia que ejerce la nutrición sobre el sistema circadiano y la influencia de este con aquella. En el presente ensayo se abordan temas que aproximen al lector a los conceptos básicos de cronobiología y su posible aplicación al campo de la salud, siendo más específico al de la nutrición; además se presentan algunos de los avances en este campo e incluso las sugerencias para la salud circadiana que mencionan los diferentes autores.

Abstract

Nutrition is one of the most important processes for the maintenance of life in living beings, since it comprises the adequate mechanisms for obtaining nutrients, being one of the most important fields of health, especially in lifestyles and its application in the prevention, diagnosis and treatment of various diseases. However, currently there are topics that have not yet been fully analyzed in this area, such as the influence of nutrition on the circadian system and vice versa. In the present essay, subjects that direct

Cómo citar este artículo

Rucobo Gurrola, L. R. (2019). La nutrición como sincronizador del sistema circadiano. *Entretextos*, 11(32), 1–10. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.201932131>

* Médico, también es docente en el Comité México de la Federación Internacional de Ciencias de la Salud Integrativa (FICSI) y la World Fitness Federation (WFF). Médico general por la Universidad Autónoma de Zacatecas; licenciado en Dirección de la Cultura Física y Deporte por el Instituto Tecnológico de Sonora. terapiadesalud@hotmail.com

the reader through the basic concepts of chronobiology and its possible application to this field of health are approached, more specifically to that of nutrition; In addition, some of the advances in this topic and even suggestions for circadian health put forth by the different authors are presented.

Palabras clave: cronobiología, crononutrición, sistema circadiano, reloj biológico, ritmos biológicos.

Keywords: chronobiology, chrono nutrition, circadian system, biological clock, biological rhythms.

Los seres humanos realizan acciones cotidianas a lo largo de su día y durante toda su vida, actividades que pueden verse beneficiadas o perjudicadas por el momento y ritmo en el que se efectúan, así como por la cantidad de estímulos que las mismas originan. El caso de la alimentación no es la excepción; existen actividades que resultan fáciles de ejecutar durante las primeras horas del día después de que el cerebro ha descansado y de igual manera hay momentos en los que se necesita que el individuo esté más activo, siendo generalmente por la tarde.

Las ciencias de la salud son campos del conocimiento que han sido estudiados a lo largo de la historia; gracias a esto es que ha habido adelantos científicos y el ser humano ha mejorado su calidad de vida. Sin embargo, existen áreas temáticas de estos campos que han sido poco exploradas y necesitan ser investigadas; por ejemplo, la relación existente entre el rendimiento en las actividades de las personas y su estado de salud, específicamente a través de la cronobiología.

Según Valdez (2015, p. 3), la cronobiología es una disciplina del campo de la salud que estudia la influencia del tiempo biológico en los organismos vivos y los medios de adaptación que presentarán a las circunstancias del tiempo. Dentro de sus antecedentes históricos cabe mencionar que el tiempo ha sido considerado como una parte esencial e importante de esta realidad, tanto ha sido así que algunas culturas le nombraban como un Dios; en la cultura griega el dios del tiempo fue Cronos y en las culturas prehispánicas era Tezcatlipoca, por citar algunos ejemplos.

Más adelante en el desarrollo y evolución de la medicina se sabría que había enfermedades que se suscitaban generalmente a determinadas horas del día y estaciones del año; propiciando que en el siglo XVIII se comenzó a entender el funcionamiento de los ciclos circadianos, siendo hasta el siglo XX, en la década de los 50, cuando se inició el estudio formal de la cronobiología (Burkle, 2011; Hotz, Takahashi & Turek, 2015).

La cronobiología es una disciplina del campo de la salud que estudia la influencia del tiempo biológico en los organismos vivos y los medios de adaptación que presentarán a las circunstancias del tiempo.

Conforme ha evolucionado la cronobiología esta ha contribuido a diversas áreas del conocimiento, por ejemplo la salud, en la que su mayor aportación se puede apreciar específicamente en el desarrollo humano, abordando el desarrollo de la niñez, el envejecimiento, el comportamiento y los trastornos del sueño. Evidencia de esta aportación es la existencia de las especialidades que estudian el campo del aprendizaje, la salud o el comportamiento en las diferentes etapas de la vida (Mercado y Díaz, 2011, p. 5).

Por otra parte, el conocimiento de la cronobiología puede ser aplicado en cualquier actividad de la vida cotidiana, como es el caso de la alimentación, el descanso, la recreación, las artes, la práctica deportiva y el sueño. Incluso, por ejemplo, se sabe que si el cuerpo no recibe alimentos a la hora que es indicada o que lo necesita, el individuo no podrá realizar sus actividades con eficacia; si no duerme lo suficiente su rendimiento en las actividades cotidianas o laborales o cualquier otro tipo de actividad que realice a lo largo de su día, se verán disminuidas (Valdez, Ramírez y García, 2015).

Para facilitar el entendimiento y metodología de la cronobiología se han utilizado diversos métodos de estudio, pudiendo ser del tipo clínico y paraclínicos. Entre los primeros cabe destacar el uso de cuestionarios clínicos como el *Morningness-eveningness* y el cuestionario de cronotipo de Múnich (Lothar, 2015, p. 15; Valdez, Ramírez y García, 2015).

Los métodos de estudio paraclínicos son la actigrafía, que registra la actividad motora para medir el ritmo de vigilia y sueño; las curvas de temperatura y la determinación de melatonina en sangre (Valdez, Ramírez y García, 2015, p. 20).

Con las ideas anteriores se presenta una base sustentante sobre la postura del presente ensayo, en el que se analiza la influencia positiva de la alimentación sobre la regularización del sistema circadiano, por lo que el objetivo de este ensayo será describir tal importancia, la cual puede ser útil a los profesionales de las ciencias de la salud. Asimismo, ya que la nutrición como proceso metabólico comprende diversas etapas, el presente ensayo pretende observar de forma general la influencia entre el binomio nutrición-sistema circadiano.

Para iniciar el análisis de este tema es necesario considerar dos elementos como base de este ensayo, es decir, la nutrición y el sistema circadiano. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud la nutrición se define como “la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo”. Mientras que de acuerdo con Valdez (2015, p. 15) el sistema circadiano regula y adapta a los llamados ritmos biológicos, los cuales se definen como las frecuencias en las que sucede un fenómeno biológico, ya sea por tiempos muy prolongados o tiempos muy cortos. Dichos ritmos tienen diversas propiedades que les otorga su origen genético y ambiental; resulta significativo mencionar que los ciclos son diferentes de una persona a otra e incluso son variables entre los órganos del mismo cuerpo (Lothar, 2015, p. 147).

El conocimiento de la cronobiología puede ser aplicado en cualquier actividad de la vida cotidiana, como es el caso de la alimentación, el descanso, la recreación, las artes, la práctica deportiva y el sueño.

Dentro de la clasificación de los ritmos biológicos se pueden encontrar tres categorías: ciclos ultradianos, ciclos infradianos y ciclos circadianos. En la primera se ubican aquellos ciclos con una duración menor de 24 horas; por ejemplo, se tiene el ciclo entre cada palpitar del corazón, el ciclo entre una y otra respiración, el tiempo que tarda la sangre en dar una vuelta a todo el organismo y los procesos digestivos, entre otros.

La segunda categoría es la referente a los ciclos infradianos; su principal característica es que su duración es mayor a 24 horas. Los ciclos más significativos dentro de esta categoría son los cambios hormonales y el ciclo menstrual en la mujer.

Finalmente, se encuentra el ciclo circadiano con una duración aproximada a las 24 horas; en esta el ejemplo más claro es el ciclo vigilia-sueño que ocurre cada 24 horas y, por supuesto, la termorregulación diurna-nocturna.

Según Valdez, Ramírez y García (2015, p. 10) el sistema de regulación de dichos ciclos está dado por agentes internos como el sistema homeostático, el propio sistema circadiano y los genes, así como por sincronizadores externos, todos con una actuación en los niveles celular, endócrino y neurológico.

A las estructuras principales del sistema circadiano se les llama relojes biológicos, siendo los principales el núcleo supraquiasmático, los componentes genéticos y la glándula pineal (Valdez, Ramírez y García 2015, p. 3). Esta última permite la secreción de melatonina, la cual ayuda a regular los ciclos de vigilia y sueño así como los metabolismos que se llevan a cabo en cada uno de ellos.

La melatonina se produce en ausencia de luz, por lo que se pueden producir variaciones no solo con la luz solar, sino con algunos electrodomésticos, teléfonos móviles, computadoras, pantallas digitales, focos de luz blanca, entre muchos otros, sobre todo cuando la persona está a punto de dormir, disminuyendo la cantidad de secreción de esta hormona, por lo que es aconsejable dormir en completa oscuridad para la secreción eficaz de esta (Cajochen, 2003, p. 432).

Las variantes del cuerpo que presentan los ritmos biológicos pueden ser en la piel, ya sea que cambie el ritmo en la sudoración y lubricación, así como en la temperatura de la misma; también puede haber variantes en la vasodilatación y en la secreción de las diferentes hormonas teniendo un mayor pico entre las 9:00 p. m. y 12:00 a. m. y variantes fisiológicas en otras partes del cuerpo (Drust, 2009, p. 2). Esto puede influir directamente en las actividades en que se desenvuelve el individuo, ya sean cotidianas, académicas, laborales y sociales, y desde luego está relacionado con el gasto metabólico de cada actividad (Atkinson, 2012, p. 212). Pero no solo eso, sino que también estas actividades “externas” pueden influir directamente sobre el sistema circadiano y con ello en sus variantes de los ritmos biológicos (Madrid, 2009).

A las estructuras principales del sistema circadiano se les llama relojes biológicos, siendo los principales el núcleo supraquiasmático, los componentes genéticos y la glándula pineal.

Existen estudios en la materia como el publicado por Atkinson (2012, p. 257), en el que se menciona que algunas capacidades físicas o cognitivas son más eficaces en la mañana: la temperatura, memoria a corto plazo, latidos prolongados del corazón y ejercicio llevado al submáximo; por ello es más recomendable realizar ejercicios de resistencia aeróbica en horarios matutinos y también explican que en la tarde se desarrolla más la flexibilidad, la fuerza muscular y potencia, lo cual lleva a considerar que los ejercicios para hipertrofia muscular, fuerza rápida y potencia puedan recomendarse en horarios vespertinos.

El horario en que se realicen las actividades físicas y la ingesta de alimentos puede condicionar la expresión de ciertos cronogenes, y con ello la aparición de ciertas enfermedades como la obesidad en las personas que interrumpen el sueño o tienen ingestas energéticas elevadas por la noche (Garaulet, 2017, 153).

Sin embargo, cuando no se tiene un adecuado control o no hay adaptación correcta a los cambios externos se genera la desincronización de los ritmos biológicos y con ello la patología circadiana. Este desequilibrio se relaciona con cambio de zonas horarias, cambio de turnos laborales o inclusive mala organización de los hábitos de estilo de vida saludable (Golombek, 2010).

No obstante, Reinberg (2012, p. 19) explica que otras causas de la desincronización son las alteraciones de los sincronizadores externos como el ejercicio físico, la alimentación y las características del ambiente como la luz y cambios de horario en jornadas de trabajo. En apoyo de estas ideas Garaulet (2017, p. 175) señala que las personas que mantienen horarios más constantes para la comida tienden a tener menor cronodisrupciones.

En el caso de la alimentación es común escuchar que a las personas les da hambre o sed a la misma hora; esto sucede por la adaptación circadiana del aparato digestivo, por ello resulta primordial que tanto personas sedentarias como atletas coman de forma constante en el mismo horario, ya que esto facilita dicha adaptación. De otra forma, cuando existen periodos irregulares de alimentación suele generarse estrés crónico y con ello se liberan hormonas como el cortisol, el cual puede traer consigo problemas de obesidad, hipertensión y otros trastornos metabólicos (Sarrión, 2014, p. 23).

Cuando se habla del medioambiente y jornadas de trabajo se toma en cuenta principalmente al factor luz y sonido, ambos elementos permiten que al estar en una intensidad muy fuerte no se produzca melatonina y con ello que haya interrupciones del sueño y del descanso, lo que conlleva a que las personas no tengan los procesos naturales de reparación tisular. Incluso las jornadas nocturnas de trabajo o los cambios de horarios afectan a la persona, sin importar si esta es sedentaria o deportista; por esta razón es vital la de aclimatación circadiana que se da en conjunto con la de altura y clima (Ibarra, 2013, p. 2; Weipeng, 2011, p. 600).

Además de los factores ambientales también existen causas internas de la patología circadiana, es decir, aquellas que se manifiestan por alteraciones estructurales o funcionales dentro del organismo.

El horario en que se realicen las actividades físicas y la ingesta de alimentos puede condicionar la expresión de ciertos cronogenes, y con ello la aparición de ciertas enfermedades como la obesidad en las personas que interrumpen el sueño o tienen ingestas energéticas elevadas por la noche.

Generalmente, se refieren a alteraciones anatómicas o fisiológicas de los elementos que componen al sistema circadiano. Las principales alteraciones estructurales que pueden presentarse en la glándula pineal son los procesos tumorales y la calcificación de dicha glándula; entre las alteraciones funcionales puede encontrarse la hiperplasia pineal, la cual es un crecimiento anormal de la glándula. En todas ellas se pueden ver aumentadas o disminuidas las funciones de la glándula pineal como un reloj biológico. Además, el núcleo supraquiasmático y la corteza cerebral se pueden ver afectadas por el aumento o disminución de los neurotransmisores y hormonas o precursores de hormonas (Kumar, Abbas y Aster, 2006).

Algunas consecuencias por trastornos en los ritmos circadianos podrían ser el envejecimiento prematuro, los trastornos del sueño, algunas inmunodeficiencias y predisposición a algunos tipos de cáncer (Valdez, Ramírez y García, 2015).

Sin embargo, aquí entra una gran cuestión: ¿es posible prevenir dichas alteraciones del sistema circadiano? La respuesta es sí. Es verdad que las causas internas no se pueden modificar, pero no ocurre lo mismo con las causas externas: estas son absolutamente modificables. Resulta relativamente sencillo cambiar estilo de alimentación, la rutina de ejercicio físico, la intensidad de la luz a la que se está expuesto, incluso otros factores ambientales como la temperatura (Reinberg, 2012, p. 47).

En el caso de la nutrición, específicamente en el proceso de la alimentación sana, se podría decir que esta tendría que ser buena en cantidad, calidad, equilibrada, inocua, y se agregaría otro elemento: *sincrónica*, para establecer horarios de alimentación saludable.

Como se puede observar, la relación entre la nutrición y la regulación del sistema circadiano es hacia ambas partes, ya que la primera ejecutada de forma correcta permite crear una sincronización del segundo y con ello la mejoría de todas las funciones del organismo; desde las que pueden ser metabólicas hasta aquellas que pueden ser de importancia para el propio individuo. También se puede observar la relación del sistema circadiano con la nutrición, ya que si este sistema se encuentra alterado puede afectar de forma negativa al metabolismo de los alimentos o incluso las funciones que los nutrientes desempeñen.

De acuerdo con Garaulet (2017, p. 49), se podría establecer de primera instancia el cronotipo de la persona y con ello ver cuál es la probabilidad de desarrollar obesidad y otras metabolopatías, ya que como señala, el cronotipo nocturno tiene más riesgo de obesidad que el cronotipo matutino.

Al analizar lo anterior se deduce que el llevar adecuadamente una nutrición saludable ayuda al desarrollo y bienestar físico y mental del ser humano. Asimismo, según Ibrahim (2013, p. 63) la alimentación “sincrónica” ayuda a mejorar los niveles del cortisol y con ello el manejo del estrés; incluso se pueden controlar las oscilaciones circadianas del mismo, esto pudiéndose aplicar a personas sedentarias y deportistas.

Algunas consecuencias por trastornos en los ritmos circadianos podrían ser el envejecimiento prematuro, los trastornos del sueño, algunas inmunodeficiencias y predisposición a algunos tipos de cáncer (Valdez, Ramírez y García, 2015).

Los proyectos antes mencionados permiten la creación de un panorama general en el campo de la prevención y atención a las personas por medio del tratamiento y estudio de trastornos circadianos, enfocándose en la predicción y detección de signos de alarma en procesos cognitivos, biológicos y sociales del individuo, sea cual sea su disciplina. Para ello es indispensable conocer las probabilidades de aparición o surgimiento.

Al analizar todo lo anterior se encuentra una interesante relación entre el binomio nutrición-sistema circadiano, donde ambos pueden generar una respuesta positiva en el organismo durante sus diferentes adaptaciones. Esto se deduce en función de que al realizar una dieta saludable y en horarios se genera un impacto físico, mental, emocional y social; tal impacto se utiliza como un estimulante para el organismo en la generación de una respuesta, de aquí que la nutrición pueda influir directamente sobre el sistema circadiano. Pero se debe recordar que no es el único elemento que puede generar esta respuesta, también depende de otros factores como el ejercicio físico, horarios de sueño, elementos ambientales como la luz y el sonido, por lo que si cualquiera de estos factores se desequilibra, afecta al sistema circadiano creando una alteración a nivel físico, mental, emocional o social en la persona y, como consecuencia, el decremento del rendimiento de la misma.

**La alimentación
“sincrónica” ayuda a
mejorar los niveles del
cortisol y con ello el
manejo del estrés.**

Durante la implementación de cualquier programa de alimentación es particularmente necesario que se respeten los principios de la cronobiología, siendo estos:

- *el principio de la individualidad de los ciclos*, es decir, que cada individuo, a pesar de tener sistemas y aparatos semejantes, tendrá un ritmo diferente a las demás personas;
- *el principio de la sincronidad* se refiere a la dinámica o interacción entre diferentes ciclos biológicos, es decir, cada órgano tiene sus propios ciclos y la interacción entre los diferentes órganos permite llegar al estado de homeostasis o equilibrio en las funciones corporales;
- *el principio del ritmo y la frecuencia* se refiere a llevar un patrón determinado de estímulos para facilitar la adaptación del individuo a los diferentes hábitos saludables (Valdez, Ramírez y García, 2015). Es preciso que se utilicen en todo momento, esto implica que se aplicarán en la totalidad del plan dietético, entendiéndolo como aquel que resulta de las valoraciones antropométricas, bioquímicas, clínicas y dietéticas. En tales se puede utilizar la programación del ejercicio físico y sus tipos, así como otros elementos reguladores del sistema circadiano como el periodo de sueño o descanso y las interacciones sociales, los cuales pueden ayudar a mejorar el funcionamiento del sistema circadiano (Sarrión, 2014, p. 23).

Según Garaulet (2017, p. 187) existen cuatro puntos clave para actuar en la correcta expresión de los cronogenes, siendo estos: primero, tener intervención a la hora de la comida (*¿Cuándo comer?*); segundo, ver la terapia cognitiva conductual (*¿Cómo comer?*); tercero sería la intervención

en la actividad física (*¿Cuándo ejercitarse y su forma?*); por último, sería directamente la intervención dietética (*¿Qué comer?*).

Algunas de las sugerencias que realiza la misma Garaulet (2017, p. 180) para mejorar la salud circadiana en el aspecto nutricional son las siguientes: evitar el picoteo, ya que este puede alterar la adaptación circadiana; la comida principal se recomienda que sea a mediodía, ya que por la tarde o noche se aproxima más al estado de sueño y con ello a una baja en la utilización de energía, lo que puede propiciar la aparición de obesidad; también se recomienda que la cena sea por lo menos 2.5 horas antes de acostarse a dormir, y finalmente evitar alimentos o sustancias psicoactivas por la tarde-noche.

Para entender la importancia de la nutrición en el sistema circadiano se debe tomar en cuenta que las personas sedentarias son más susceptibles de trastornos en sus ciclos biológicos que las que hacen ejercicio o practican algún deporte (Sarrión, 2014). De aquí que quienes practican deporte mejoran su sistema circadiano y con ello la organización del funcionamiento de todo el organismo. Además, se debe recordar que las variantes biológicas se generan de acuerdo con la etapa de desarrollo, como es el caso de la infancia en que los primeros años se tiene un periodo de sueño más largo y conforme se crece se reduce.

Otro aspecto digno de contemplar es el estado de salud de las personas; se puede establecer un mejor plan de alimentación o activación física para tratar las enfermedades por sedentarismo y otros malos hábitos de estilo de vida de acuerdo con los principios de la cronobiología, siendo de gran ayuda sobre todo a enfermedades crónicas degenerativas, enfermedades psicoemocionales y enfermedades hipocinéticas (Higashida, 2013, p. 116).

Quienes practican deporte mejoran su sistema circadiano y con ello la organización del funcionamiento de todo el organismo.

Conclusiones

Se puede decir que existe una gran relación entre la nutrición y los ritmos biológicos, de manera que uno puede influir en el otro recíprocamente, por lo que el objetivo de este trabajo se cumple, ya que se logra ver la forma en que influye la nutrición como agente sincronizador del sistema circadiano. Si se tiene una patología circadiana la nutrición saludable y la práctica de ejercicio físico pueden ser una buena opción de tratamiento.

El uso adecuado de sincronizadores externos como la alimentación, el descanso, el contacto social y el ambiente pueden favorecer la sincronización del sistema circadiano y con ello la mejora en el rendimiento de las diferentes actividades del individuo; esto incluye usar medidas que aseguren la sincronización y adaptación circadiana en los diferentes planes de alimentación que se realicen (Alonso, Santos y Narváez, 2010, p. 7).

El descuido de estos agentes externos favorece la aparición de trastornos circadianos; por este motivo es de suma importancia la detección de aquellos que puedan modificarse para favorecer su tratamiento, así como acudir a revisión médica para descartar el daño a la estructura o fisiología de los llamados relojes biológicos.

Se podría sugerir que futuros estudios o análisis se dirijan hacia la forma de mejorar la implementación de los diferentes sincronizadores externos, por lo que es de vitalidad que los campos interdisciplinarios de la salud investiguen acerca de la cronobiología y su aplicación en su ramo correspondiente.

Otra propuesta sería crear calendarios, horarios y otras herramientas de medición de tiempo para lograr la mayor sincronía posible del cuerpo, ya que como se ha analizado se podría mejorar el desempeño de las actividades del individuo.

Por último, es necesario el uso de estrategias alternativas y complementarias en el diseño e implementación de planes de alimentación que contemplen a la cronobiología como una ciencia aplicada a la salud, lo que exige investigación y difusión acerca de los beneficios del binomio nutrición-sistema circadiano.

Referencias bibliográficas

- Alonso, J, Santos, S., y Narváez, L. (2010). *Importancia del cambio horario para el rendimiento deportivo*. La Habana: Cuba: Universidad de la Habana.
- Atkinson, G. (2012). *Variaciones circadianas en perfiles deportivos* (4.ª ed.). Estados Unidos: Revista de medicina del deporte.
- Burkle, G. (2011). *Manual de historia de la medicina* (2.ª ed.). Zacatecas, México: UAMHyCS UAZ.
- Cajochen, C. (2003). *Papel de la melatonina en la regulación de los ritmos circadianos humanos y el sueño* (15.ª ed.). Suiza: Jornada de Neuroendocrinología.
- Drust, B. (2009). *El ritmo circadiano de la temperatura dérmica origina y se relaciona con algunas implicaciones del ejercicio en deportistas de élite*. Estados Unidos: Medicina del deporte.
- Garaulet, M. (2017). *Los relojes de tu vida*. Barcelona, España: Paidós.
- Golombek, D. (2010). *Cronobiología humana*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Higashida, B. (2013). *Ciencias de la salud* (7.ª ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Hotz, M., Takahashi, J. & Turek, F. (2015). Overview of Circadian Rhythms. *National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism*. Recuperado de <https://pubs.niaaa.nih.gov/publications/arh25-2/85-93.htm>
- Ibarra, R. (2013). Los ritmos biológicos del ser humano. *e-Magazine Conductitlán*, 1(1), 129-137. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/284353296/11-ritmos-biologicos>
- Ibrahim, E. (2013). *Efectos del ejercicio sobre los ritmos circadianos del cortisol*. Estados Unidos: Jornada Internacional de Ciencias del Deporte.

- Kumar, V., Abbas, A. y Aster, J. (2006). *Patología estructural y funcional* (7.ª ed.). Estados Unidos: Elsevier Saunders.
- Lothar, U. (2015). *El reloj orgánico* (2.ª ed.). Madrid, España: Edaf.
- Madrid, J. (2009). *Cronobiología*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Mercado, C. y Díaz, M. (2011). *Tic-tac biológico*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reinberg, A. (2012). *Los ritmos biológicos y cómo beneficiarse de ellos* (3.ª ed.). Francia: Editorial Paidotribo.
- Sarrión, R. (2014). *Cronobiología y nutrición*. Alicante, España: Universidad de Alicante.
- Valdez, P., Ramírez, C. y García, A. (2015). *Cronobiología*. Ciudad de México, México: Trillas.
- Weipeng, T. (2011). *Ritmos circadianos en ejercicio de élite: implicaciones de las adaptaciones hormonales y musculares*. Nueva Zelanda: Asociación de Ciencias y Medicina Deportivas.

Artículo recibido: 31-3-2019

Aceptado: 3-6-2019