

Deporte y el Ritmo Circadiano

German Leandro Salcedo Sandoval

Trabajo de grado para optar el título de Profesional en Cultura Física, Deporte y
Recreación

Director

Fausto Alarcón Quigua

Magister en Educación Física

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División Ciencias de la Salud

Facultad Cultura Física, Deporte y Recreación

2022

Contenido

Introducción	5
1. Factores que Influyen en el Ritmo Circadiano en los deportistas	6
1.1. Ritmo Circadiano	6
1.2. Elementos del Ritmo Circadiano	9
1.2.1 <i>Ritmicidad circadiana</i>	10
1.2.2 <i>Efectos del sueño en el ritmo circadiano</i>	10
1.2.3 <i>Efectos hormonales, ritmo circadiano y el deporte</i>	13
1.2.4 <i>Sistema cardiaco y el ritmo circadiano</i>	15
1.2.5 <i>Jet Lag (JLD) y el ritmo circadiano</i>	17
2. Ritmo Circadiano y su asociación con la morfología y fisiología de los deportistas	19
2.1. Principales manifestaciones circadianas en deportistas	21
2.1.1 <i>El ritmo circadiano y su efecto morfológico en los deportistas</i>	21
2.1.2 <i>Ritmo circadianos y la fisiológica de los deportistas</i>	22
3. Conclusiones	24
4. Recomendaciones	25
5. Referencias	27

Resumen

Introducción: todos los organismos vivos opera un reloj biológico sincronizado a 24 horas al día. Este reloj interior controla una gran variedad de funciones bioquímicas, fisiológicas que se llaman fluctuaciones de ciclos, incluidos el del comportamiento, el del sueño y la actividad, que colectivamente se les llaman los ritmos circadianos, así que el objetivo es exponer los principales factores del ritmo circadiano y su asociación con el rendimiento deportivo a partir de evidencia científica actualizada.

Metodología: Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de estudios científicos publicados, bases de datos actualizados principalmente en PubMed (Medline, National Library of Medicine, NIH, EE. UU.), y ScienceDirect (Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología). Se seleccionaron varios artículos entre el periodo (2000-2021) que permitieron destacar los contenidos más relevantes.

Conclusión: Se estableció que existen diversas variabilidades en los diferentes patrones del ciclo circadiano, adicionalmente tiene diversos tipos de manifestaciones en el rendimiento deportivo principalmente cuando estos patrones están asociados con el sueño.

Palabras claves: sueño, melatonina, deportistas, Jet Lag, circadiano.

Abstract

Introduction: All living organisms operate a biological clock synchronized 24 hours a day. This inner clock controls a wide variety of biochemical, physiological functions called cycle fluctuations, including that of behavior, sleep, and activity, which collectively are called circadian rhythms, so the goal is to expose the main factors of circadian rhythm and its association with sports performance from up-to-date scientific evidence.

Metodology: A bibliographic review of published scientific studies was conducted, databases updated mainly in PubMed (Medline, National Library of Medicine, NIH, U.S. and ScienceDirect (Electronic Library of Science and Technology). Several articles were selected between the period (2000-2021) that allowed highlighting the most relevant contents.

Conclusión: It was established that there are various variabilities in the different patterns of the circadian cycle, additionally it has different types of manifestations in sports performance mainly when these patterns are associated with sleep.

Keywords: Sleep, melatonin, jocks, jet lag, circadian.

Introducción

En la búsqueda de mejores resultados en el área deportiva se están explorando nuevas ciencias que analicen a profundidad el cuerpo humano y su comportamiento. Una de estas es la cronobiología (ciencia que estudia el ciclo biológico humano), la misma está orientada a entender la interacción del ciclo circadiano como una posibilidad cierta de obtener mejores resultados en estas actividades. (Briongos, 2020, p. 7)

Con este trabajo se busca exponer los principales factores del ciclo circadiano a nivel morfo-fisiológico para la mejora del rendimiento deportivo, nuestro cuerpo tiene un ciclo sueño-vigilia (ciclo circadiano) donde a determinadas horas del día y de la noche se activan diferentes hormonas las cuales ayudan al mejor funcionamiento de los sistemas del organismo y tienen una función específica según como este el nivel de recuperación de los deportistas después de los duros entrenamientos. (Briongos, 2020, p. 7)

Es importante para los entrenadores tener en cuenta al cien por ciento la estructura lineal que tiene el entrenamiento donde se busca que se complementen el trabajo-recuperación para que los deportistas lleguen al optimo rendimiento al momento de la competencia, tener en cuenta que los deportistas tienen una vida distinta al momento de dejar los entrenamientos en donde en algunos casos se ha visto que tienen que viajar largas distancias para poder llegar a entrenar e incluso llegar a la casa, el cansancio en este caso se le conoce como jet-Lag un cansancio producido por estar viajando largas distancias, Bompa dice que el ciclo sueño vigilia ayuda a que los deportistas lleguen mejor preparados a la competencia con una base psicológica y física mejor que la que tenían antes. (Bompa, 2003, p. 106)

Un reloj central en el cerebro coordina el comportamiento de locomoción rítmica, además de sincronizar varios osciladores locales, como los que se encuentran en el sistema musculoesquelético. Cada vez se reconoce más que los relojes moleculares internos de las células permiten que un tejido anticipe los cambios rítmicos en su entorno local y las demandas específicas de ese tejido (Ando, 2013, p. 1048).

1. Factores que Influyen en el Ritmo Circadiano en los deportistas

1.1. Ritmo Circadiano

Para el deporte de rendimiento es muy importante un descanso óptimo que nos permita una reparación de los diferentes sistemas (metabólico, endocrino, neurológico, neuro emocional). (Jaime Toro Gomez, 2010, p. 705), los seres vivos tienen un reloj biológico interno el cual funciona gracias a la luz-oscuridad por medio de las células ganglionares (fotorreceptores especializados) que llevan la señal al núcleo supraquiasmático (NSQ), y en la noche el NSQ manda la señal a la glándula pineal para la producción de melatonina (hormona del sueño) esta hormona nos ayuda a mejorar nuestras condiciones físicas, mentales, fisiológicas, es producida en la noche cuando la persona esta dormida y depende de la cantidad de oscuridad en ese momento, tener en cuenta que al ser sintetizada nos ayuda en el transcurso de 24 horas, va disminuyendo durante el día. (Aldana, 2016, p. 41)

Las funciones de la melatonina se pueden dividir en cronobiológicas y no cronobiológicas:

Las funciones Cronobiológicas son todas las funciones cuando se libera siguiendo el ritmo circadiano de cada persona, el cual se comienza a sintetizar en la noche y con ello está relacionada con el ciclo sueño-vigilia (ciclo circadiano), sincronizando todas las partes del organismo casi al mismo tiempo pone en cero el reloj biológico para que todas las funciones trabajen óptimamente para la recuperación del deportista, cuando nos exponemos a la luz de celulares, computadores, televisores, en todo caso a toda luz artificial esta hormona es secretada lo mínimo posible, lo cual hace que no tengamos una mejor recuperación del organismo, su síntesis comienza a las 9:00 pm y su pico máximo es de 2:00 - 4:00 am facilitando cada una de las respuestas.(Bonmatí, 2015, p. 19). Las funciones no cronobiológicas son las funciones antioxidantes que tiene esta hormona, para nuestro sistema inmune debido a sus propiedades antiinflamatorias e inmunoestimulantes, ayuda a mejorar el equilibrio de inflamatorio a normal, por ello reduce la lesiones en órganos y tejidos de los deportistas. (Bonmatí, 2015, p. 19)

En nuestro entorno encontramos cambios, y se producen fenómenos fisiológicos en el ciclo sueño/vigilia, modificando la alternancia de periodos de actividad y recuperación. Y aquí es importante entender el fundamento del sueño como soporte para una adecuada actividad física del deportista, al momento que se va profundizando en el sueño el organismo comienza a impedir la acumulación de proteínas en los músculos, lo que permite la adaptación y recuperación de estos. En el caso de deportistas en competencia que reciben altas cargas de entrenamiento, acumulan un alto volumen de fatiga afectando el ritmo circadiano de cada atleta en las temporadas, si el balance de estrés-recuperación se ve interrumpido por aumento de cargas se podría llegar a un estado de sobre entrenamiento (Pérez, 2014-2015, p. 24).Estos resultados abren nuevas perspectivas en el tratamiento que involucran una variada patología por la desregulación de la ritmicidad circadiana (Richardson & Tate, 2000, p. 81).

En el deportista, los perfiles de las secreciones hormonales representan un buen modelo para el estudio del sistema circadiano, las variaciones hormonales diurnas (tiroidea, hormona del crecimiento, cortisol, testosterona) generalmente reflejan la modulación, a través del día, de secreciones pulsátiles a intervalos de 1 ó 2 horas, por señales ocurridas en períodos cercanos a las 24 horas y resulta de un sistema interno regulador del tiempo (reloj circadiano) con la sincronización sueño/alerta y varios factores ambientales, incluido el ciclo luz/oscuridad, cambios periódicos en los niveles de actividad y el esquema alimentario (Kohsaka, 2012, p. 450).

En el deporte la pérdida del sueño por estrés, los horarios de competencia, los viajes, desórdenes afectivos y enfermedades endocrinas, estos cambios afectan el rendimiento, apropiados estímulos del tiempo pueden inducir fases de adelanto o retraso en el reloj circadiano, de acuerdo con la administración del tiempo derivada de la programación para un mejoramiento del rendimiento deportivo.

Por ello el sueño interrumpido puede llevar al deportista a un cambio de su ritmo circadiano impidiendo que aprenda nuevas habilidades, la regulación emocional, el reposo de los sistemas (cardiovascular, respiratorio, digestivo, renal, etc.) llevando al fallo de funciones cognitivas y del comportamiento, por ello el sueño es importante para la retención, consolidación de la memoria y el aprendizaje, la depuración de las sustancias inflamatorias producidas durante el estado de vigilia, ayuda a la adaptación motora fortaleciendo el sistema inmune y desarrollo físico y cerebral, ya que el sueño es un estado de reposo físico y mental, en el que una persona atraviesa por un estado relativamente inactivo e inconsciente que se asocia

con procesos de reparación. Cada vez más se demuestra la importancia de un sueño adecuado tanto en tiempo como en calidad. (Richardson & Tate, 2000, p. 81).

Los ritmos circadianos y la fisiología del ejercicio están íntimamente vinculados, pero la simbiosis de esta relación aún no se ha descifrado por completo. La función circadiana adecuada también está surgiendo como un requisito previo para mantener la salud del deportista. Los efectos positivos del ejercicio en la salud del deportista pueden estar parcialmente mediados por un cambio inducido por el ejercicio en los relojes moleculares de los tejidos y / o los resultados del ejercicio pueden modificarse dependiendo de cuándo se realiza el ejercicio (Reddy, 2020, p. 1).

Los hallazgos previos de las diferencias en la hora del día en el rendimiento deportivo podrían verse confundidos por las fluctuaciones diurnas en los factores de "enmascaramiento" ambientales y conductuales, por ejemplo, el sueño, la temperatura ambiente del sitio entrenamiento o competencia y la ingesta energética (Kline, 2007, p. 643).

La desincronización de la fase circadiana se asocia con la interrupción del sueño y el deterioro del estado de alerta y el rendimiento cognitivo de los deportistas. El ejercicio se ha investigado como una contramedida conductual para facilitar la adaptación circadiana (Gander, 1986, p. 122).

1.2. Elementos del Ritmo Circadiano

1.2.1 *Ritmicidad circadiana*

La ritmicidad circadiana (RC) está impulsada por un reloj circadiano que consta de dos componentes distintos: el reloj central, ubicado en el núcleo supraquiasmático (NSQ) dentro del hipotálamo, y los relojes periféricos, ubicados en casi todos los tejidos y sistemas del organismo (Simantirakis, 2001, p. 2195). La alineación de la ritmicidad circadiana depende de la hora del día y puede ocurrir a través de influencias ambientales como señales de luz y actividad física ejercida sobre el músculo esquelético. Se ha informado que el control del reloj circadiano a través del ejercicio mejora la salud factor fundamental para un adecuado rendimiento del deportista, (Stein, 2006, p. 430).

1.2.2 *Efectos del sueño en el ritmo circadiano*

El sueño es un estado fisiológico fundamental para la recuperación física y cognitiva de los deportistas; debido a los entrenamientos y las competiciones extenuantes, los deportistas pueden presentar problemas de sueño que comprometen la buena calidad y cantidad de sueño. Los estudios han relacionado la deuda de sueño con la aparición de lesiones musculoesqueléticas en deportistas, pero los mecanismos que pueden conducir a esto no están del todo claros (Forsling, 1993, p. 387).

Casi todos los procesos fisiológicos y bioquímicos del cuerpo humano siguen un ciclo circadiano (CC). En los deportistas, el núcleo supraquiasmático regula el ciclo sueño-vigilia y otros biorritmos diarios de acuerdo con el tiempo solar (Fuller, 2006, p. 485). Debido a tales fluctuaciones fisiológicas diarias, varias investigaciones sobre el rendimiento neuromuscular

han informado un RC distinto durante el ejercicio. Generalmente, se ha encontrado que los rendimientos máximos ocurren en la tarde, aproximadamente en el pico de la temperatura corporal central (4:00 – 6:00 pm) (Potter, 2016, p. 589). Se ha descubierto que el aumento de la temperatura corporal central aumenta el metabolismo energético, mejora la distensibilidad muscular y facilita la unión entre actina y miosina. Además, las hormonas esteroideas, la testosterona (T) y el cortisol (C) también muestran una RC clara. El papel de la testosterona en el cuerpo es mantener el anabolismo a través del proceso de síntesis de proteínas (Mattis, 2016, p. 195). Por el contrario, el cortisol desempeña una función catabólica y participa en la respuesta al estrés. Debido a la naturaleza anabólica y catabólica de T y C, se ha postulado que puede existir una relación causal entre la RC de T y C y el rendimiento muscular (Teo, 2011, p. 603).

Los ciclos de sueño-vigilia son fundamentales en los ritmos circadianos y su alteración, puede tener consecuencias para el comportamiento y el rendimiento del deportista. Tales alteraciones ocurren debido a horarios domésticos u ocupacionales que no permiten cuotas normales de sueño, viajes rápidos a través de múltiples meridianos y esfuerzos atléticos y recreativos extremos donde el sueño está restringido o totalmente privado (Besedovsky, 2012, p. 124). Existen problemas metodológicos para cuantificar las consecuencias fisiológicas y de rendimiento de las alteraciones en el ciclo sueño-vigilia, si los efectos sobre los ritmos circadianos deben separarse del proceso de fatiga. Las necesidades individuales de sueño muestran grandes variaciones, pero la reducción crónica del sueño puede conducir a la inmunosupresión. Aún quedan preguntas sin respuesta sobre las necesidades de sueño de los deportistas (Abreu, 2015, p. 221).

El mejor rendimiento deportivo está en función de los horarios y ambientes adecuado, el ciclo sueño-vigilia y el "reloj corporal" interno (Schwartz, 2019, p. 478). Se presume que hay alteración aguda en la calidad del sueño, en la vigilia, el rendimiento después de los vuelos transmeridianos como resultado de una desalineación transitoria entre el marcapasos circadiano endógeno y el horario de sueño modificado (Engwall, 2015, p. 328). Varios experimentos de laboratorio y de campo han demostrado que la exposición a luz artificial brillante puede acelerar el arrastre circadiano a un horario de sueño-vigilia cambiado (Boivin, 2002, p. 270).

Aunque el vínculo entre el sueño, la salud y el rendimiento ha sido bien documentado, la investigación sobre este vínculo en deportistas universitarios apenas inicia. En consecuencia, el sueño breve afecta negativamente la salud física y mental, así como varios dominios del rendimiento (es decir, aeróbico, anaeróbico, movimientos específicos del deporte y cognitivo). La mayoría de los estudios que examinan los vínculos entre el sueño corto, la salud y el rendimiento deportivo se han realizado con muestras de deportistas no universitarios; sin embargo, los deportistas universitarios tienen exigencias a diferencia de las de sus homólogos no deportistas o deportistas no universitarios (Lopez, 2019, p. 540). La mala salud del sueño y los trastornos del sueño son una preocupación cada vez mayor entre la población de deportistas.

La identificación de los ciclos del sueño y el diagnóstico de los trastornos del sueño se limitan a la evaluación basada en el laboratorio a través de la polisomnografía, el desarrollo de dispositivos basados en la actividad que estimulan los patrones de sueño proporciona una mayor comprensión del comportamiento del sueño de los deportistas en su entorno (Dijk, 2019, p. 450).

En general, parece existir sueño breve, y de mala calidad en muchas poblaciones de deportistas. Los factores típicos que afectan el sueño son la programación de sesiones de

entrenamiento y competencias, así como alteraciones del inicio del sueño, resultado de una mayor excitación antes de las competencias o debido al uso de dispositivos electrónicos antes de acostarse. Otros desafíos son las demandas de viajes, que puede ir acompañado de síntomas de jet lag (aumento de la fatiga, trastornos del sueño y ritmo circadiano), y alteración de los hábitos del sueño (Borbély, 2016, p. 137). La estimulación del sueño puede abordarse mediante estrategias conductuales como la higiene del sueño, la prolongación del sueño nocturno o las siestas durante el día.

La falta de sueño puede provocar una disminución del rendimiento y la recuperación de los deportistas. Es importante educar a los deportistas sobre la duración, la calidad y los momentos adecuados del sueño. Las intervenciones pueden incluir cambios en los tiempos de práctica o una planificación cuidadosa para viajar a los juegos en diferentes zonas horarias (J., 2019, p. 508). Es importante evaluar y tratar los trastornos del sueño como la apnea del sueño y el insomnio que se observan en algunos deportistas. En el caso de los deportistas que podrían sufrir una conmoción cerebral, es importante abordar los problemas del sueño, ya que la falta de sueño puede prolongar o exacerbar otros síntomas de la conmoción cerebral (Malhotra, 2017, p. 551).

1.2.3 Efectos hormonales, ritmo circadiano y el deporte

El deporte es un potente estímulo fisiológico para la secreción de la hormona del crecimiento (GH), y tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia dan como resultado un aumento agudo y significativo de la secreción de GH. Contrariamente a las sugerencias anteriores de que la liberación de GH inducida por el ejercicio requiere que se alcance un

"umbral" de intensidad, investigaciones recientes demuestran que, existe una relación lineal entre la magnitud del aumento agudo en la liberación de GH e intensidad del ejercicio (Morris C. J., 2012, p. 96). La magnitud de la liberación de GH es mayor en mujeres jóvenes que en hombres jóvenes y se reduce entre 4 y 7 veces en personas mayores en comparación con personas más jóvenes. El aumento de la secreción de GH asociado con una serie de ejercicio aeróbico, su liberación, como las concentraciones de GH integrada de 24 horas no suelen elevarse con una sola sesión de ejercicio, sin embargo, hacer series repetidas de ejercicio aeróbico dentro de un período de 24 horas dan como resultado un aumento de las concentraciones integradas de GH durante 24 horas (Lord, 2014, p. 306). Debido a que la respuesta de la GH al ejercicio de sobrecarga agudo depende del intervalo de trabajo-descanso y de la carga y frecuencia del ejercicio de sobrecarga utilizado, es deseable la capacidad de equiparar la intensidad en diferentes protocolos de ejercicios de sobrecarga para dar valores constantes en sangre con estos tipos de ejercicios.

En las mujeres jóvenes, el entrenamiento aeróbico crónico a una intensidad mayor que el umbral de lactato resultó en un aumento del doble de la liberación de GH en 24 horas. La línea de tiempo de la adaptación y el mecanismo por el cual ocurre este efecto de entrenamiento aún son difíciles de analizar. Desafortunadamente, hay pocos estudios que investiguen los efectos del entrenamiento de resistencia crónico sobre la liberación de GH durante 24 horas (Sellami, 2019, p. 1709).

Algunos estudios demuestran que tener mala calidad del sueño, puede causar cambios significativos en las hormonas y citoquinas. Estos cambios hormonales provocan una disminución de los niveles de testosterona y de la hormona del crecimiento, con un aumento de

los niveles de cortisol, hormonas importantes en el proceso de síntesis y degradación de proteínas (Richardson G. T., 2000, p. 81). En los deportistas, el deporte en sí mismo es un factor de riesgo de lesiones, y la falta de sueño (no reparación) puede resultar en un síndrome de sobreentrenamiento asociado con marcadores inflamatorios y, en última instancia, con una disfunción del sistema inmunológico (Cardinal-Aucoin, 2016, p. 47). Un deportista que tiene un buen desarrollo del sueño disminuye los procesos inflamatorios(citoquinas) con ello disminuiría su sobrecarga y fatiga que lo haría tener un mejor desempeño en el entrenamiento

1.2.4 Sistema cardiaco y el ritmo circadiano

Las funciones fisiológicas de los órganos cardiovasculares están estrechamente relacionadas con el ritmo circadiano, un ciclo de 24 horas impulsado de forma endógena. La frecuencia cardíaca, la presión arterial y la función endotelial muestran variaciones en un día, las cuales se regulan a través de la actividad deportiva adecuada, y menos riesgo de aparición de trastornos cardiovasculares como el síndrome coronario agudo, la arritmia auricular y la hemorragia subaracnoidea (Jhon E. Hall, 2021, p. 747) (Morris C. J., 2015, p. 2231).

Los avances recientes en el estudio de las funciones y los mecanismos moleculares del reloj biológico muestran que los ritmos circadianos intrínsecos están estrechamente relacionados con la patología cardiovascular. El centro del reloj biológico existe en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo. Además de este reloj central, cada órgano tiene su propio sistema de reloj biológico, denominado reloj periférico (Boudreau P. Y., 2013, p. 1927). Cada tejido o célula cardiovascular, que incluye tejido cardíaco y aórtico, cardiomiocito, célula de músculo liso vascular y célula endotelial vascular, también tiene un ritmo biológico intrínseco.

Recientemente, se sabía poco sobre el papel de los relojes periféricos en los órganos cardiovasculares. Sin embargo, los estudios que utilizaron ratones modificados genéticamente revelaron sus contribuciones durante el proceso de progresión de la enfermedad. La pérdida de sincronización entre el reloj interno y los estímulos externos puede provocar daños en los órganos cardiovasculares (Riganello, 2019, p. 2336). La discrepancia en las fases entre los relojes central y periférico también parece contribuir a la progresión de los trastornos. El esclarecimiento de las funciones precisas de los relojes biológicos en los órganos cardiovasculares nos proporcionará conocimientos más profundos sobre la relevancia del ritmo circadiano en la patología cardíaca (Gotlieb, 2018, p. 137). Además, La identificación de las modalidades con las que podemos manipular la fase de cada reloj periférico nos permitirá establecer un novedoso enfoque crono terapéutico. Esta estrategia basada en el momento del día puede innovar en un nuevo paradigma en la prevención y el tratamiento de los trastornos cardiovasculares (Takeda, 2011, p. 253).

El ciclo normal de sueño-vigilia se caracteriza por variaciones diurnas en la presión arterial, frecuencia cardíaca y eventos cardíacos. La apnea del sueño interrumpe la interacción normal sueño-corazón, y la fisiopatología varía para la apnea obstructiva del sueño (AOS) y la apnea central del sueño (CSA) (Jhon E. Hall, 2021, p. 748). Existen asociaciones entre los trastornos respiratorios del sueño (que abarcan tanto la AOS como la CSA) e insuficiencia cardíaca, fibrilación auricular, accidente cerebrovascular, enfermedad de las arterias coronarias y mortalidad cardiovascular (Thosar, 2018, p. 2159).

1.2.5 *Jet Lag (JLD) y el ritmo circadiano*

El Jet Lag (JLD) es un aumento de la fatiga, trastornos del sueño y ritmos circadianos, que se produce en viajes nacionales e internacionales largos, los cuales representan un desafío regular para los deportistas de alto rendimiento, particularmente cuando están asociados con la presión de la competencia o la necesidad de apoyar un entrenamiento especializado (por ejemplo, adaptación a la altitud o al calor). El desfase horario es un desafío para los viajeros transmeridianos, mientras la fatiga y las alteraciones gastrointestinal están asociadas con muchos tipos de viajes de larga distancia (Halsen, 2019, p. 232). Los viajes aéreos transmeridianos prolongados pueden generar una carga física y emocional en los deportistas en el desfase horario y la fatiga del viaje. El desfase horario puede afectar negativamente al rendimiento de los deportistas (Lee, 2012, p. 213).

El efecto general de JLD sobre el rendimiento deportivo es difícil de cuantificar debido a las múltiples variables involucradas en la competición. Varios estudios muestran que tiene un efecto perjudicial sobre aspectos específicos del rendimiento físico y mental (Chapman & Ross, 2012, p. 1665). Los estudios que analizan fases del entrenamiento del deportista específicas contrastadas con variables de hora del día, falta de sueño, vigilancia y disincronía circadiana forzada, demuestran variaciones diurnas combinadas en la fuerza y el rendimiento, y efectos más importantes de la fatiga y la disminución de la vigilancia en tareas complejas en lugar del simple rendimiento físico (Leatherwood & Dragoo, 2013, p. 563).

Estos estudios a menudo no miden los efectos del desfase horario directamente, pero muchas de las variables probadas tienen sentido para que la mayoría de los deportistas y entrenadores crean que JLD tiene un efecto negativo general sobre el rendimiento deportivo

(O'Conner, Youngstedt, Buxton, & Breus, 2004, pág. 1), y hay un gran interés en intentar minimizar el efecto del Jet Lag. No existe un tratamiento específico, pero existen múltiples estrategias de mitigación, que incluyen el cambio de horario previo al viaje, la exposición a la luz programada, la administración de melatonina exógena, las siestas y otras intervenciones farmacológicas.

Los deportistas, entrenadores, y médicos han identificado el desfase horario y la fatiga del viaje como problemas importantes, pero desafiantes que podrían beneficiarse de soluciones prácticas (Vitale K. C., 2019, p. 537). Se ha visto que el JLD tiene un impacto negativo en el desempeño deportivo, causado por una sincronización interrumpida, tal es el caso, por ejemplo: del beisbol en donde el porcentaje de bateo ofensivo del equipo local es superior, al equipo ofensivo visitante.

Hay consecuencias del desfase horario que afectan el rendimiento físico y la salud. Las medidas para mejorar los efectos adversos del desfase horario incluyen estrategias conductuales o farmacológicas. Este conocimiento debe ser entendido por los entrenadores, mentores y los deportistas que se preparan para vuelos de larga distancia y transmeridianos (Reilly T. W., 2005, p. 367). En deportistas altamente competitivos se debe considerar no solo los síntomas del jet lag, sino también las alteraciones en las funciones fisiológicas debido a la transición de zona horaria y, por lo tanto, se recomienda un momento adecuado de reentrenamiento (Lemmer, 2002, p. 750).

Los viajes transmeridianos de larga distancia afectan el rendimiento físico de los deportes de equipo, específicamente los viajes tienen un mayor efecto perjudicial sobre el sueño, el desfase horario subjetivo, la fatiga y la motivación. En consecuencia, el rendimiento máximo

se ve afectado particularmente dentro de las 72 horas posteriores a la llegada (Fowler P. M., 2017, p. 2557).

2. Ritmo Circadiano y su asociación con la morfología y fisiología de los deportistas

Muchas funciones biológicas cambian cíclicamente durante un período de 24 horas. Los principales ritmos de relevancia para examinar el rendimiento son: los de la temperatura corporal y el ciclo sueño-vigilia. Muchos componentes del rendimiento del ejercicio están estrechamente relacionados con la curva de temperatura corporal que alcanza su punto máximo en las primeras horas de la noche. El deporte con componentes predominantemente neuromotores y cognitivos depende también del ciclo de sueño-vigilia subyacente (Loat, 1989, p. 230). Algunas medidas de desempeño están sujetas a ciclos ultradianos y muestran un declive transitorio a primera hora de la tarde.

El momento óptimo del día para el deporte está determinado no solo por los ritmos endógenos, sino también por el trabajo a desarrollar, categoría del deportista, tipo de deporte, sexo, y las condiciones ambientales. Los factores ambientales que inciden en los ritmos circadianos incluyen la luz, el calor, la ionización del aire, los patrones de actividad, alimentación y las actividades sociales (Nedelec, 2018, p. 34). Los ritmos endógenos se desincronizan cuando son afectados por el trabajo por turnos nocturnos o las transiciones de zona horaria. Hacer frente a la desincronización implica tratamientos conductuales, dietéticos o farmacológicos. La pérdida del sueño interactúa con el ritmo circadiano, pero afecta la función

cognitiva más que las acciones motoras gruesas. Cuando se planean viajes de los deportistas deberá tenerse en cuenta que existen ritmos autosostenidos adaptativos, los cuales deben ser reconocidos por los deportistas, entrenadores, los especialistas en lesiones deportivas y los organizadores deportivos interesados. (ForbesRobertson, 2012, p. 187).

Los ritmos circadianos se refieren a variaciones que se repiten cada 24 horas. Muchos ritmos circadianos fisiológicos en reposo están controlados de forma endógena y persisten cuando un individuo está aislado de las fluctuaciones ambientales. A diferencia de un estado neutro fisiológico, las variables en el desempeño del deportista no se pueden monitorear constantemente para describir el ritmo circadiano (Waterhouse J. R., 2004, p. 963). Basados en los estudios experimentales del efecto de los ritmos circadianos en el rendimiento, el entrenador deberá planificar cuidadosamente procesos que le permitan controlar los efectos de la fatiga en serie y minimizar las alteraciones del sueño. La detección de la ritmicidad en las variables de rendimiento también está muy influenciada por el grado de repetibilidad test, retest del equipo de medición. La mayoría de los componentes del rendimiento deportivo, por ejemplo: la flexibilidad, la fuerza muscular, la producción de alta potencia a corto plazo, varían con la hora del día de manera sinusoidal y alcanzan su punto máximo en las primeras horas de la noche cerca del máximo diario de temperatura corporal (Fowler P. M., 2016, p. 880).

Los ritmos metabólico y respiratorio, quedan constantes cuando el ejercicio se vuelve intenso a diferencia de la temperatura corporal. Las tasas de trabajo más altas se seleccionan espontáneamente a primera hora de la tarde (Fowler P. D., 2015, p. 250). Las diferencias individuales en los ritmos de ejecución son pequeñas pero significativos. Los ritmos circadianos son de mayor amplitud en individuos en buena forma física.

2.1. Principales manifestaciones circadianas en deportistas

Las investigaciones realizadas durante el siglo pasado indican que el horario diario de la actividad física tiene un impacto tanto en el rendimiento inmediato como en la eficacia del entrenamiento a largo plazo. Recientemente, se han identificado varias conexiones moleculares entre los relojes circadianos y la fisiología del ejercicio. Los relojes circadianos son osciladores basados en proteínas que permiten anticipar los ciclos ambientales diarios (Yousfi, 2018, p. 570). Los relojes autónomos de las células están presentes en casi todas las células del cuerpo, y su sincronización está determinada por una variedad de señales internas y externas, incluidas las hormonas y la ingesta dietética. Una mejor comprensión de la relación entre los relojes moleculares y el ejercicio beneficiará a los deportistas y las pautas de salud pública para la población en general (Duglan, 2019, p. 350).

2.1.1 El ritmo circadiano y su efecto morfológico en los deportistas

Está bien establecido que el comportamiento circadiano, así como el mecanismo de relojería molecular, se pueden sincronizar con el ciclo luz-oscuridad a través del núcleo supraquiasmático del hipotálamo (NSQ). Además de la luz, se ha demostrado que las señales de tiempo no fóticas (no expuestas al sol), como la restricción del tiempo de disponibilidad, ayuno de alimentos, pueden alterar el comportamiento circadiano y la expresión del gen del reloj en tejidos periféricos seleccionados, como el hígado (Kizaki, 2015, p. 270). Los estudios también han sugerido que la actividad física programada (ejercicio) puede alterar los ritmos circadianos en el comportamiento y la expresión de los genes del reloj; sin embargo, actualmente, los efectos

del ejercicio solo son en gran parte desconocidos y no se han explorado en el músculo esquelético (Wolff, 2012, p. 1666).

Los tendones son tejidos notables que transmiten fuerza de los músculos al hueso durante el movimiento de las articulaciones. Son notables porque resisten fuerzas de tracción que son órdenes de magnitud mayores que las que pueden resistir las células aisladas. La capacidad de las células para resistir se atribuye directamente a las propiedades de protección contra el estrés de la matriz extracelular rica en colágeno del tejido (Dergaa, 2019, p. 1250). Otra característica notable es que la gran mayoría (> 98%) del colágeno nunca se pierde; se sintetiza durante el desarrollo embrionario hasta el comienzo del adulto y persiste durante toda la vida. sigue siendo un misterio cómo se sintetiza el colágeno, lo que es más importante, cómo se protege de la falla por fatiga, durante décadas de innumerables ciclos de carga (Murphy, 2019, p. 20). Un descubrimiento reciente es que los tendones son tejidos periféricos del reloj circadiano en los que la expresión de ~ 5% del transcriptoma (ARN mensajero) se manifiesta y es rítmica durante 24 horas. Está surgiendo evidencia de que una fracción de la cantidad total de colágeno se sintetiza y elimina a diario sin incorporarse al colágeno permanente de por vida, y el deporte es un estímulo para esta fracción (Yeung C. C., 2019, p. 330).

2.1.2 Ritmo circadianos y la fisiológica de los deportistas

Los ciclos de sueño-vigilia son fundamentales en los ritmos circadianos humanos y su interrupción puede tener consecuencias para el comportamiento y el rendimiento. Tales alteraciones ocurren debido a horarios ocupacionales que no permiten cuotas normales de sueño, viajes rápidos a través de múltiples meridianos y esfuerzos de los deportistas donde el sueño

está restringido o totalmente privado (Stiller, 2005, p. 205). Existen problemas metodológicos para cuantificar las consecuencias fisiológicas y de rendimiento de las alteraciones en el ciclo sueño-vigilia, y si los efectos son sobre los ritmos circadianos metodológicamente deben separarse del proceso de fatiga. Las necesidades individuales de sueño muestran grandes variaciones, pero la reducción crónica del sueño puede conducir a la inmunosupresión. Aún quedan preguntas sin respuestas, sobre las necesidades de sueño de los deportistas, el papel de las 'siestas energéticas' (descanso de 26 minutos que puede aumentar 35% de su rendimiento) (Reilly T. E., 2007, p. 280).

Los factores internos y externos contribuyen a la temperatura central en reposo y afectan la termorregulación. Además, existe un ritmo circadiano robusto, lo que implica que el cuerpo está en modos de "ganancia de calor" o "pérdida de calor" en diferentes momentos durante las 24 horas. Además, muchas variables asociadas con el ejercicio y la capacidad del cuerpo para hacer ejercicio muestran una variación circadiana. Todos estos factores contribuyen a los cambios circadianos en la termorregulación durante el ejercicio (Mendoza, 2012, p. 1360). La atención se centra en las respuestas al inicio del ejercicio, la "temperatura crítica" y la recuperación después del ejercicio. Las implicaciones prácticas de los cambios circadianos en la termorregulación durante el ejercicio incluyen ayudas ergogénicas y diferencias interindividuales, incluidas las debidas al sexo, la edad y la aclimatación (Rensing, 1976, p. 860). Dudek habla como los relojes biológicos por medio del ritmo circadiano tiene influencias positivas en nuestra fisiología tisular, y como pueden controlar la salud y enfermedades de los diferentes tejidos

3. Conclusiones

Diferentes resultados coinciden que es muy importante la calidad de sueño y duración en cada deportista de forma independiente y que puede afectar, modificar, en los horarios que se encuentra el deportista, los resultados de dicha modificación puede alterar el metabolismo de los aminoácidos, energía, funciones cognitivas durante la fase de ejercicio intenso donde la privación del sueño se asocia negativamente con el rendimiento mientras la extensión del sueño lo mejora.

El ritmo circadiano tiene una influencia en cada una de las hormonas de los deportistas dando respuestas, como se evidencia en la testosterona la cual ayuda a la síntesis de proteínas en contraste el cortisol ayuda en funciones catabólicas y respuestas del estrés.

EL ritmo circadiano produce cambios de temperatura en el transcurso del día permite que el deportista presente mejor acoplamiento entre actina y miosina y obtenga mejores logros en su rendimiento.

El sueño profundo es fundamental y reparador en los deportistas y facilita la adaptación muscular en razón a que limita la acumulación de proteínas en el musculo y facilita el proceso antiinflamatorio a través de citoquinas.

En caso de entrenamiento aeróbico crónico en deportistas jóvenes que lleguen a superar el valor del umbral de lactato, la hormona de crecimiento se ha manifestado con el doble del valor normal en ejercicios repetitivos en un día.

La alteración del ciclo normal de descanso tales como cambios de horarios, viajes transmeridianos, desvelos, cansancio físico por viajes agotadores, produce en el deportista que el ciclo de sueño/vigilia tenga una desincronización que pueden producir efectos secundarios en los sistemas: cardiovascular, neurológico, cognitivo y psicológico que va en contra de un buen rendimiento deportivo.

La melatonina se hace presente con liberación gradual desde las 9:00 pm, y alcanza su pico máximo entre 2:00 y 3:00 am, dando regulación hormonal y de la función de órganos vitales de los deportistas facilitando la recuperación física y mental, por lo que es importante aplicar al máximo estos horarios de sueño.

En el marco deportivo la producción y eliminación de colágeno en periodo de entrenamiento se facilita en un ciclo de 24 horas ayudando a fortalecer la unión de los diferentes tejidos y fortalecer los huesos, sin llegar a cambios del colágeno estructural de los deportistas, cuando llega al pico máximo la melatonina esta lo degrada y por eso se dice que este colágeno es cíclico.

4. Recomendaciones

Con lo dicho anteriormente se considera recomendar que los entrenadores y especialistas del deporte tengan en cuenta la importancia del ritmo circadiano, ya que en algunos casos no conocen del tema ni sus beneficios al momento de dirigir un equipo o entrenar a un deportista; también es importante la interacción lineal que tiene el trabajo-recuperación de cada deportista, e incorporarlo en la cotidianidad del deporte.

Segun el articulo Effects of time of day on post-exercise blood pressure: circadian or sleep-related influences de Jones, H., George, K., Edwards, B., Atkinson, G. en el que se descubrió que la reactividad de la presión arterial (PA) ambulatoria a las actividades físicas diarias es más alta por la mañana, por lo cual como conclusión se tiene que la PA arterial media muestra la mayor reactividad a una serie controlada de ejercicio cuando se realiza por la mañana; se

recomienda que las sesiones de entrenamiento de los diferentes programas se realicen en horas de la mañana.

Los entrenadores, metodólogos y directores técnicos deben crear programas diarios de control, seguimientos mensuales, y monitoreo del mismo para poder fortalecer el rendimiento de los deportistas.

5. Referencias

- Abreu, T. B. (2015). *The bipolarity of light and dark: A review on Bipolar Disorder and circadian cycles. Journal of affective disorders*, 185, 219-229. <http://Doi.org/10.1016/j.jad.2015.07.017>
- Adamec, O. D. (2010). Statistical characterization of actigraphy data during sleep and wakefulness states. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference*, 11 julio de 2017- 15 julio de 2017, isla de jeju, Corea, 2342-2345. <http://Doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5627774>
- Akazawa, N. K. (2019). Effect of sleep efficiency on salivary metabolite profile and cognitive function during exercise in volleyball athletes. *European journal of applied physiology*, 119(10), 2215-2223. <http://doi.org/10.1007/s00421-019-04205-7>
- Aldana Castro, M. M. (2016). Las Celulas Ganglionares Fotorreceptores. meico: ciencia de las fronteras. *Revista de ciencia y tecnologia de la UACJ*.
- Alfonso de Armas, Y., Hernandez, B., & Hernandez A, E. (11 de 2006). *Incidencias del trastorno del sueño en atletas de alto rendimiento*. Obtenido de Madwave: [https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Enfermeria/2006/noviembre/2726?ver=sin diseño](https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Enfermeria/2006/noviembre/2726?ver=sin_diseño)
- Ando, H. (2013). *Rinsho byori. The Japanese journal of clinical pathology*, 61(11), 1044-1050. . Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24450110/>
- Aschoff, J. (1965). Ritmos circadianos en el hombre. *Science*, 1427-1432.
- Atkinson, G. R. (1996). Circadian variation in sports performanc. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 21(4), 292-312. <http://doi.org/10.2165/00007256-199621040-00005>
- Barger, L. K. (2004). Daily exercise facilitates phase delays of circadian melatonin rhythm in very dim light. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 1077-1084. <http://Doi.org/10.1152/ajpregu.00397.2003>
- Besedovsky, L. L. (2012). *Sleep and immune function. Pflugers Archiv : European journal of physiology*, 463(1), 121-137. . Obtenido de <http://Doi-org/10.1007/s00424-011-1044-0>
- Biggins, M. P. (2019). Sleep in elite multi-sport athletes: Implications for athlete health and wellbeing. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 39, 136-142. <http://Doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.07.006>

- Blonc, S. P. (2010). Effects of 5 weeks of training at the same time of day on the diurnal variations of maximal muscle power performance. *Journal of strength and conditioning research*, 24(1), 23-29. <http://Doi.org/10.1519 / JSC.0b013e3181b295d6>
- Boivin, D. B. (2002). *Phase-dependent effect of room light exposure in a 5-h advance of the sleep-wake cycle: implications for jet lag*. *Journal of biological rhythms*, 17(3), 266-276. . Obtenido de <http://doi.org/10.1177 / 074873040201700310>
- Bompa, T. O. (2003). *Periodizacion: teoria y metodologia del entrenamiento.*: Editorial Hispanó Europea, S. A.
- Bonmatí, R. (2015). Melatonina, la hormona de la noche. . *Revista Eubacteria*, 21.
- Borbély, A. A.-J. (2016). *The two-process model of sleep regulation: a reappraisal*. *Journal of sleep research*, 25(2), 131-143. .<http://Doi.org/10.1111 / jsr.12371>
- Boudreau, P. B. (2012). *Sleep-wake and circadian-dependent variation of cardiorespiratory coherence*. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference*. Obtenido de <http://Doi.org/10.1109/EMBC.2012.6346799>
- Boudreau, P. Y. (2013). Circadian variation of heart rate variability across sleep stages. *Sleep*, 36(12), 1919-1928. <http://Doi.org/10.5665 / sleep.3230>
- Briongos, V. (2020). *Estudio de las influencias de los ritmos circadianos sobre el rendimiento deportivo revision sistematica*. Barcelona, España.
- Caldwell, J., & Caldwell, J. (2005). Fatiga en la aviación militar: una descripción general de las contramedidas farmacológicas aprobadas por el ejército de EE. UU. *Aviat. Entorno espacial. Medicina*, 39-51.
- Calogiuri, G. W. (2014). Effects of sleep loss on the rest-activity circadian rhythm of helpers participating in continuous dogsled races. *Biological research for nursing*, 16(2), 123-133. <http://Doi.org/10.1177 / 1099800412475077>
- Campi, L. H. (2015). *Cronobiologia de las afecciones del aparato locomotor de la isla de lanzarote* . Isla de Lanzarote .
- Cardinal-Aucoin, M. S. (2016). *Circadian control of prothoracicotropic hormone release in an adult insect and the induction of its rhythmicity by light cues*. *Comparative biochemistry and physiology. Part A, Molecular & integrative physiology*, 201, 46-52. Obtenido de <http://Doi.org/10.1016 / j.cbpa.2016.06.030>
- Chapman, D. B., & Ross, A. (2012). *Efectos perjudiciales del vuelo transmeridiano de oeste a este sobre el rendimiento del salt* . *EUR. J. Appl. Physiol*, 1663-1669.

- Chtourou, H. Z. (2011). Diurnal variation in Wingate-test performance and associated electromyographic parameters. *Chronobiology international*, 28(8), 706-713. <http://Doi.org/10.3109 / 07420528.2011.596295>
- Copinschi, G., Spiegel, K., Leproult, R., & Van Cauter, D. (2000). Pathophysiology of human circadian rhythm. *Norvatus Found Symp*, 143-157.
- De la Calle, T., Monfort, L., Hidalgo, M. I., Maiques, E., Mínguez, R., Luch, A., ... & Pla, M. (2018). Los trastornos del sueño en la infancia: importancia de su diagnóstico y tratamiento en atención primaria. *Pediatría integral*, 355..
- de León Arcila, R. (2018). Sueño, ciclos circadianos y obesidad. *Archivos en Medicina Familiar*, 20(3), 139-143. <http://https://www.medigraphic.com/cgi-in/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=83515>
- Deconstructing athletes' sleep: A systematic review of the influence of age, sex, athletic expertise, sport type, and season on sleep characteristics. *Journal of sport and health science*. <http://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.03.006>
- Dergaa, I. F. (2019). *The effects of lunar cycle on the diurnal variations of short-term maximal performance, mood state, and perceived exertion*. *Chronobiology international*, 36(9), 1249-1257. . Obtenido de <http://Doi.org/10.1080 / 07420528.2019.1637346>
- Dijk, D. J. (2019). *Sleep Physiology, Circadian Rhythms, Waking Performance and the Development of Sleep-Wake Therapeutics*. *Handbook of experimental pharmacology*, 253, 441-481. . Obtenido de http://Doi.org/10.1007 / 164_2019_243
- Dos Santos, P., Amaral, T., Vecchi, A., Meira, S., Leite, S., & Facco, J. (2014). A necessidade de parâmetros referenciais de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática. *Motricidade*, 10(1). [http://Doi.org/10.6063/motricidade.10\(1\).2610](http://Doi.org/10.6063/motricidade.10(1).2610)
- Duez, H. S. (2013). Horloges circadiennes et métabolisme : intégration des signaux métaboliques et environnementaux. *Medecine sciences : M/S*, 29(8-9), 772-777. <http://Doi.org/10.1051 / medsci / 2013298017>
- Duglan, D. (2019). *Clocking In, Working Out: Circadian Regulation of Exercise Physiology*. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, 30(6), 347-356. . Obtenido de <http://Doi.org/10.1016/j.tem.2019.04.003>
- Eichner, E. R. (2020). Body Clocks, Jet Lag, and Sports Performance: The Times of Our Lives. *Current sports medicine reports*, 19(1), 1-2. <http://Doi.org/10.1249 / JSR.00000000000000676>
- Engwall, M. F. (2015). *Lighting, sleep and circadian rhythm: An intervention study in the intensive care unit*. *Intensive & critical care nursing*, 31(6), 325-335. . Obtenido de [doi:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26215384/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26215384/)

- Faisal, A. B. (2010). Faisal, A., Beavers, K. R., & Hughson, R. L. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 299(6), 1832-1842. <http://Doi.org/10.1152 / ajpheart.00762.2010>
- Faisal, A. B. (2010). Prior moderate and heavy exercise accelerate oxygen uptake and cardiac output kinetics in endurance athletes. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 299(6), 1832-1842. <http://doi.org/10.1152 / ajpheart.00762.2010>
- Forbes-Robertson, S. D. (2012). *Circadian disruption and remedial interventions: effects and interventions for jet lag for athletic peak performance*. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(3), 185-208. . Obtenido de <http://doi.org/10.2165/11596850-000000000-00000>
- Forsling, M. (1993). *Neurohypophysial hormones and circadian rhythm*. *Annals of the New York Academy of Science*, 689, 382-395. . Obtenido de <http://Doi.org/10.1111 / j.1749-6632.1993.tb55562.x>
- Fowler, P. D. (2015). *Effects of northbound long-haul international air travel on sleep quantity and subjective jet lag and wellness in professional Australian soccer players*. *International journal of sports physiology and performance*, 10(5), 648-651. Obtenido de <http://Doi.org/10.1123 / ijspp.2014-0490>
- Fowler, P. M. (2016). *Effects of Long-Haul Transmeridian Travel on Subjective Jet-Lag and Self-Reported Sleep and Upper Respiratory Symptoms in Professional Rugby League Players*. *International journal of sports physiology and performance*, 11(7), 876-884. Obtenido de <http://doi.org/10.1123 / ijspp.2015-0542>
- Fowler, P. M. (2017). *Greater Effect of East versus West Travel on Jet Lag, Sleep, and Team Sport Performance*. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(12), 2548-2561. . Obtenido de [doi:10.1249/MSS.0000000000001374](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001374)
- Fuller, P. M. (2006). *Neurobiology of the sleep-wake cycle: sleep architecture, circadian regulation, and regulatory feedback*. *Journal of biological rhythms*, 21(6), 482-493. . Obtenido de [doi:10.1177 / 0748730406294627](https://doi.org/10.1177 / 0748730406294627)
- Gamble, K. L. (2014). Circadian clock control of endocrine factors. *Nature reviews. Endocrinology*, 10(8), 466-475. <http://doi.org/10.1038/nrendo.2014.78>
- Gander, P. H. (1986). *Masking of the circadian rhythms of heart rate and core temperature by the restactivity cycle in man*. *Journal of biological rhythms*, 1(2), 119-135. . Obtenido de <http://doi.org/10.1177/074873048600100203>
- García, I. L. (2017). *Influencia del ritmo circadiano sobre el rendimiento físico en ejercicios*. Murcia.

- Georgopoulos, N. A. (2011). Abolished circadian rhythm of salivary cortisol in elite artistic gymnasts. *Steroids*, 76(4), 353-357. <http://doi.org/10.1016/j.steroids.2010.10.013>
- Gotlieb, N. M. (2018). *Circadian Control of Neuroendocrine Function: Implications for Health and Disease. Current opinion in physiology*, 5, 133-140. . Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.cophys.2018.11.001>
- Guo, Y. S. (2003). Ritmo circadiano en el sistema cardiovascular: cronocardiología. *Revista estadounidense del corazón*, 145(5), 779-786. [http://doi.org/10.1016/S0002-8703\(02\)94797-6](http://doi.org/10.1016/S0002-8703(02)94797-6)
- Halberg, F. (1969). Cronobiología. *Revisión Anual de Fisiología*, 675-725.
- Halson, S. L. (2019). *Nutrition for Travel: From Jet lag To Catering. International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(2), 228-235. . Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30507257/>
- Harris, A. G.-A. (2015). Restricted use of electronic media, sleep, performance, and mood in high school athletes--a randomized trial. *Sleep health*, 1(4), 314-321. <http://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.09.011>
- Hastings, M. H. (1991). Neuroendocrine rhythms. *Pharmacology & therapeutics*, 50(1), 35-71. [http://doi.org/10.1016/0163-7258\(91\)90072-t](http://doi.org/10.1016/0163-7258(91)90072-t)
- Hill, D. W. (1996). Effect of time of day on aerobic power in exhaustive high-intensity exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 36(6), 155-160. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8979644/>
- Horne, J., & Osteberg, O. (1976). U cuestionario de autoevaluación para determinar el matutino / vespertino en los ritmos cardiacos humanos. *Int J Chronobiol*, 97-110.
- Hower, I. M. (2018). Circadian Rhythms, Exercise, and Cardiovascular Health. *Journal of circadian rhythms*, 16(4). <http://doi.org/10.5334/jcr.164>
- Hsieh, P. N. (2018). Coordination of cardiac rhythmic output and circadian metabolic regulation in the heart. *Cellular and molecular life sciences : CMLS*, 75(3), 403-416. <http://doi.org/10.1007/s00018-017-2606x>
- J., R. K. (2019). Assessment of Circadian Rhythms. *Neurologic clinics*, 37(3), 505-526. [doi:10.1016/j.ncl.2019.05.001](http://doi.org/10.1016/j.ncl.2019.05.001)
- Jacober, A. H. (1994). Circadian and ultradian rhythms in heart rate and motor activity of smokers, abstinent smokers, and nonsmokers. *Chronobiology international*, 11(5), 320-331. <http://doi.org/10.3109/07420529409057248>
- James, S. M. (2017). Shift Work: Disrupted Circadian Rhythms and Sleep-Implications for Health and Well-Being. *Current sleep medicine reports*, 3(2), 104-112. <http://doi.org/10.1007/s40675-017-0071-6>

- Jhon, E., & Hall, M. (2021). *Guyton an hall te book of Medical Physiology edition 14.* . Canada: Elsevier.
- Jones, H. G. (2008). Effects of time of day on post-exercise blood pressure: circadian or sleep-related influences? *Chronobiology international*, 25(6), 987-998. <http://doi.org/10.1080/07420520802548044>
- Kizaki, T. S. (2015). *Effect of Circadian Rhythm on Clinical and Pathophysiological Conditions and Inflammation. Critical reviews in immunology*, 35(4), 261-275. . Obtenido de <http://doi.org/10.1615/critrevimmunol.2015014925>
- Kline, C. E. (2007). *Circadian variation in swim performance. Journal of applied physiology*, 641-649. . Obtenido de <http://doi.org/10.1152/japplphysiol.00910.2006>
- Knaier, R. M.-T. (2016). Dose-response relationship between light exposure and cycling performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(7), 794-801. <http://doi.org/10.1111/sms.12535>
- Knaier, R. S.-T. (2017). Effects of bright and blue light on acoustic reaction time and maximum handgrip strength in male athletes: a randomized controlled trial. *European journal of applied physiology*, 117(8), 1689-1696. <http://doi.org/10.1007/s00421-017-3659-0>
- Knaier, R. S.-T. (2017). Prime Time Light Exposures Do Not Seem to Improve Maximal Physical Performance in Male Elite Athletes, but Enhance End-Spurt Performance. *Frontiers in physiology*. <http://doi.org/10.3389/fphys.2017.00264>
- Kohsaka, A. (2012). *Integration of metabolic and cardiovascular diurnal rhythms by circadian clock. Endocrine journal*, 59(6), 447-456. . Obtenido de <http://doi.org/10.1507/endocrj.ej12-0057>
- Kölling, S. D. (2019). Sleep-Related Issues for Recovery and Performance in Athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 14(2), 144-148. <http://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0746>
- Küüsmaa, M. S. (2016). Effects of morning versus evening combined strength and endurance training on physical performance, muscle hypertrophy, and serum hormone concentrations. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 41(12), 1285-1294. <http://doi.org/10.1139/apnm-2016-0271>
- Lastella, M. R. (2016). The Chronotype of Elite Athletes. *Journal of human kinetics*, 54, 219-225. <http://doi.org/10.1515/hukin-2016-0049>
- Laughlin, G. A. (1991). Marked augmentation of nocturnal melatonin secretion in amenorrheic athletes, but not in cycling athletes: unaltered by opioidergic or

- dopaminergic blockade. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 73(6), 1321-1326. <http://doi.org/10.1210 / jcem-73-6-1321>
- Leatherwood, W., & Drago, J. (2013). *Efecto de los viajes aéreos en el rendimiento: una revisión de la literatura*. . Br. J. Sports Med, 561-567.
- Lee, A. G. (2012). *Jet lag in athletes*. *Sports health*, 4(3), 211-216. . Obtenido de <http://doi.org/10.1177/1941738112442340>
- Lemmer, B. K. (2002). *Jet lag in athletes after eastward and westward time-zone transition*. *Chronobiology international*, 19(4), 743-764. . Obtenido de <http://doi.org/10.1081/cbi-120005391>
- Leonardo-Mendonça, R. C.-N.-W.-H.-C. (2015). The benefits of four weeks of melatonin treatment on circadian patterns in resistance-trained athletes. *Chronobiology international*, 32(8), 1125-1134. <http://doi.org/10.3109 / 07420528.2015.1069830>
- Loat, C. E. (1989). *Jet-lag and human performance*. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 8(4), 226-238. . Obtenido de <http://doi.org/10.2165 / 00007256-198908040-00003>
- Lopez, R. B. (2019). *Organisation normale du sommeil et ses changements au cours de la vie*. *La Revue du praticien*, 69(5), 537-545. . Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31626464/>
- Lord, C. S. (2014). *Sleep regulation and sex hormones exposure in men and women across adulthood*. *Pathologie-biologie*, 62(5), 302-310. <http://doi.org/10.1016/j.patbio.2014.07.005>
- Malhotra, R. K. (2017). *Sleep, Recovery, and Performance in Sports*. *Neurologic clinics*, 35(3), 547-557. <http://doi.org/10.1016 / j.ncl.2017.03.002>
- Malpas, S. C. (1990). Circadian variation of heart rate variability. *Cardiovascular research*, 210-213. <http://doi.org/10.1093 / cvr / 24.3.210>
- Manfredini, R. M. (1998). Circadian rhythms, athletic performance, and jet lag. *British journal of sports medicine*, 32(2), 101-106. <http://doi.org/10.1136 / bjsm.32.2.101>
- Marques, M. (1997). Adaptación Temporal. *Cronobiología: Principios y aplicaciones*, 45-84.
- Mattis, J. S. (2016). *Circadian Rhythms, Sleep, and Disorders of Aging*. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, 27(4), 192-203. . <http://doi.org/10.1016 / j.tem.2016.02.003>
- Mauvieux, B. G. (2003). Etudes comparées des rythmes circadiens et reflet actimétrique du sommeil de sportifs et de sédentaires en poste régulier de nuit. *Canadian journal of applied physiology*, 28(6), 831-887. doi:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14992125/>

- McCormick, M. C. (2011). Considerations in the use of high intensity leg cycle ergometry as a test of muscular performance. *Research in sports medicine*, 19(3), 202-216.
doi:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21722007/>
- Meerlo, P. S. (2002). The effects of social defeat and other stressors on the expression of circadian rhythms. *Stress (Amsterdam, Netherlands)*, 5(1), 15-22.
<http://doi.org/10.1080/102538902900012323>
- Mehra, R. (2019). Sleep apnea and the heart. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 86(9 Suppl 1), 10-18. <http://doi.org/10.3949/ccjm.86.s1.03>
- Mendoza, J. G.-C. (2012). Setting the main circadian clock of a diurnal mammal by hypocaloric feeding. *The Journal of physiology*, 590(13), 3155-3168.
<http://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.230300>
- Miles, K. H. (2019). Sleep practices implemented by team sport coaches and sports science support staff: A potential avenue to improve athlete sleep? *Journal of science and medicine in sport*, 22(7), 748752. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.01.008>
- Milne, C. J. (2007). Beating jet lag. *British journal of sports medicine*, 41(6), 401.
<http://doi.org/10.1136/bjsm.2006.034066>
- Montaruli, A. R. (2009). The sportsman readjustment after transcontinental flight: a study on marathon runners. *The sportsman readjustment after transcontinental flight: a study on marathon runner.*, 49(4), 372-381.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20087296/>
- Montaruli, A. R. (2009). The sportsman readjustment after transcontinental flight: a study on marathon runners. *J Sports Med Phys Fitness*, 49(4), 372-381.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20087296/>
- Moriguchi, T. S. (2002). Circadian changes in urinary bicarbonate, nitric oxide metabolites and pH in female player during handball camp involved in an exercise, rest and sleep cycle. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 196(4), 281-291.
<http://doi.org/10.1620/tjem.196.281>
- Morris, C. J. (2012). Circadian system, sleep and endocrinology. *Molecular and cellular endocrinology*, 1, 91-104. . <http://doi.org/10.1016/j.mce.2011.09.003>
- Morris, C. J. (2015). Endogenous circadian system and circadian misalignment impact glucose tolerance via separate mechanisms in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(17), 2225-2235. <http://doi.org/10.1073/pnas.1418955112>
- Moussay, S. B. (2003). Diurnal variations in cycling kinematics. *Chronobiology international*, 20(5), 879-892. <http://doi.org/10.1081/cbi-120024220>

- Murphy, B. A. (2019). *Circadian and Circannual Regulation in the Horse: Internal Timing in an Elite Athlete*. *Journal of equine veterinary science*, 76, 14-24.
<http://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.02.026>
- Nedelec, M. A. (2018). *The Variability of Sleep Among Elite Athletes*. *Sports medicine - open*, 41(4), 34. . Obtenido de <http://doi.org/10.1186/s40798-018-0151-2>
- O'Conner, P., Youngstedt, S., Buxton, O., & Breus, M. (2004). *Declaración de posición de la FIMS: viajes aéreos y rendimiento en los deporte*. . Federación Internacional de Medicina del Deporte.
- O'Conner, P., Youngstedt, S., Buxton, O., & Breus, M. (2004). Declaración de posición de la FIMS: viajes aéreos y rendimiento en los deportes. *Federación Internacional de Medicina del Deporte*.
- Ono, D. Y. (2017). Hypothalamic regulation of the sleep/wake cycle. *Neuroscience research*, 118, 74-81. <http://doi.org/10.1016/j.neures.2017.03.013>
- Palmeros, H. K. (2017). *Alteración de los ritmos circadianos y su influencia en el metabolismo glucídico*.
- Pérez, Á. J. (2015). *Influencia del ritmo circadiano sobre el rendimiento físico en ejercicios*. MURCIA.
- Petit, E. B. (2018). Effects of a 20-Min Nap Post Normal and Jet Lag Conditions on P300 Components in Athletes. *International journal of sports medicine*, 39(7), 508-516.
<http://doi.org/10.1055/a-0599-0888>
- Phadumdeo, V.M. (2018). Heart rate variability alters cardiac repolarization and electromechanical dynamics. *Journal of theoretical biology*, 442, 31-43.
<http://doi.org/10.1016/j.jtbi.2018.01.007>
- Plano, S. A. (2017). Circadian and Metabolic Effects of Light: Implications in Weight Homeostasis and Health. *Frontiers in neurology*, 8, 558. <http://doi.org/10.3389/fneur.2017.00558>
- Platonov, V. (2001). *Teoría general del entrenamiento olímpico*. Barcelona: Paidotribo.
- Potter, G. D. (2016). *Circadian Rhythm and Sleep Disruption: Causes, Metabolic Consequences, and Countermeasures*. *Endocrine reviews*, 37(6), 584-608. .
<http://doi.org/10.1210/er.2016-1083>
- Pullinger, S. A. (2020). Time-of-day variation on performance measures in repeated-sprint tests: a systematic review. *Chronobiology international*, 37(4), 451-468.
<http://doi.org/10.1080/07420528.2019.1703732>

- Qian, J. S. (2016). Circadian System and Glucose Metabolism: Implications for Physiology and Disease. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, 27(5), 282-293. <http://doi.org/10.1016 / j.tem.2016.03.005>
- Racinais, S. (2010). Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(3), 80-89. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01212.x>
- Racinais, S. P. (2010). Maximal power, but not fatigability, is greater during repeated sprints performed in the afternoon. *Chronobiology international*, 27(4), 855-864. <http://doi.org/10.3109 / 07420521003668412>
- Reddy, S. R. (2020). *Physiology, Circadian Rhythm*. StatPearls Publishing. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30137792/>
- Reilly, T. (1990). Human circadian rhythms and exercise. *Critical reviews in biomedical engineering*, 18(3), 165-180. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2286092/>
- Reilly, T. A. (1997). Travel fatigue and jet-lag. *Journal of sports sciences*, 15(3), 365-369. <http://doi.org/10.1080 / 026404197367371>
- Reilly, T. A. (2006). Some chronobiological considerations related to physical exercise. *La Clinica terapeutica*, 157(3), 249-264. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16900852/>
- Reilly, T. B. (1986). Exercise and the circadian variation in body temperature measures. *International journal of sports medicine*, 7(6), 358-362. <http://doi.org/10.1055 / s-2008-1025792>
- Reilly, T. E. (2007). Reilly, T., & Edwards, B. *Physiology & behavior*, 90(2-3), 274-284. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.09.017>
- Reilly, T. W. (2005). *Jet lag and air travel: implications for performance*. *Clinics in sports medicine*, 24(2), 367-xii. . Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.csm.2004.12.004>
- Reilly, T. W. (2009). Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *European journal of applied physiology*, 106(3), 321-332. <http://doi.org/10.1007 / s00421-009-1066-x>
- Rensing, L. G. (1976). *Circadian rhythm and cell cycle: possible entraining mechanisms*. *Chronobiologia*, 3(1), 853-865. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/179764/>
- Richardson, G. (2000). *Hormonal and pharmacological manipulation of the circadian clock: recent developments and future strategies*. *Sleep*, 23(3), 77-85. . <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10809190/>
- Riganello, F. P. (2019). *Circadian Rhythms and Measures of CNS/Autonomic Interaction*. *International journal of environmental research and public health*, 16(13), 2336. . <http://doi.org/10.3390 / ijerph16132336>

- Ritland, B. M. (2019). Sleep health and its association with performance and motivation in tactical athletes enrolled in the Reserve Officers' Training Corps. *Sleep health*, 5(3), 309-314. <http://doi.org/10.1016 / j.sleh.2019.01.004>
- Ritmo Circadiano, N. I. (21 de 1 de 2020). *National Institute of general medical sciences*. Obtenido de National Institute of general medical sciences: <https://www.nigms.nih.gov/education/fact-sheets/Pages/circadian-rhythms-spanish.aspx>
- Roach, G. D. (2019). Interventions to Minimize Jet Lag After Westward and Eastward Flight. *Frontiers in physiology*, 10, 927. <http://doi.org/10.3389 / fphys.2019.00927>
- Roberts, S. T. (2019). Effects of training and competition on the sleep of elite athletes: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 53(8), 513-522. <http://doi.org/10.1136 / bjsports-2018099322>
- Rosa, J. S. (2018). Effect of bright light therapy on delayed sleep/wake cycle and reaction time of athletes participating in the Rio 2016 Olympic Games. *Chronobiology international*, 35(8), 1095-1103. <http://doi.org/10.1080 / 07420528.2018.1459660>
- Samuels, C. H. (2012). Jet lag and travel fatigue: a comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 22(3), 268-273. <http://doi.org/10.1097 / JSM.0b013e31824d2eeb>
- Scheer, F. A. (1999). Light and diurnal cycle affect human heart rate: possible role for the circadian pacemaker. *Journal of biological rhythms*, 14(3), 202-212. <http://doi.org/10.1177 / 074873099129000614>
- Scheer, F. A. (2009). Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 4453-4458. <http://doi.org/10.1073 / pnas.0808180106>
- Schobersberger, W. S. (2012). The traveling athlete: from jet leg to jet lag. *Current sports medicine reports*, 11(5), 222-223. <http://doi.org/10.1249 / JSR.0b013e31826984f0>
- Schwartz, W. J. (2019). *Circadian Neurobiology and the Physiologic Regulation of Sleep and Wakefulness*. *Neurologic clinics*, 37(3), 475-486. . <http://doi.org/10.1016 / j.ncl.2019.03.001>
- sciences, N. I. (21 de 1 de 2021). *National Institute of general medical sciences*. Obtenido de National Institute of general medical sciences: <https://www.nigms.nih.gov/education/fact-sheets/Pages/circadian-rhythms-spanish.aspx>
- Sellami, M. B. (2019). *The Effect of Exercise on Glucoregulatory Hormones: A Countermeasure to Human Aging: Insights from a Comprehensive Review of the*

- Literature. International journal of environmental research and public health*, 16(10), 1709. Obtenido de <http://doi.org/10.3390/ijerph16101709>
- Simantirakis, E. N. (2001). *Atrial and ventricular refractoriness in paced patients; circadian variation and its relationship to autonomic nervous system activity. European heart journal*, 22(23), 2192-2200. . <http://doi.org/10.1053/euhj.2001.2677>
- Song, A. S. (2017). How jet lag impairs Major League Baseball performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(6), 1407-1412. <http://doi.org/10.1073/pnas.1608847114>
- Soria, M. G.-H.-C. (2015). Plasma levels of trace elements and exercise induced stress hormones in welltrained athletes. *Journal of trace elements in medicine and biology : organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS)*, 31, 113-119. <http://doi.org/10.1016/j.jtemb.2015.04.004>
- Souissi, H. C. (2010). Time-of-day effects on short-term exercise performances in 10- to 11-year-old boys. *Pediatric exercise science*, 22(4), 613-623. <http://doi.org/10.1123/pes.22.4.613>
- Souissi, N. D. (2010). Diurnal variation in Wingate test performances: influence of active warm-up. *Chronobiology international*, 27(3), 640-652. [doi:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20524806/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20524806/)
- Souissi, N. G. (2004). Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30s Wingate tests. *International journal of sports medicine*, 25(1), 14-19. <http://doi.org/10.1055/s-2003-45226>
- Stein, P. K. (2006). *Circadian and ultradian rhythms in cardiac autonomic modulation. Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference*, 4. <http://doi.org/10.1109/IEMBS.2006.259558>
- Stiller, J. W. (2005). *Sleep-wake and other biological rhythms: functional neuroanatomy. Clinics in sports medicine*, 24(2), 205-vii. . <http://doi.org/10.1016/j.csm.2004.12.008>
- Takeda, N. M. (2011). *Circadian clock and cardiovascular disease. Journal of cardiology*, 57(3), 249-256. . <http://doi.org/10.1016/j.jjcc.2011.02.006>
- Teo, W. N. (2011). *Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation. Journal of sports science & medicine*, 10(4), 600-606. . <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149547>
- Thompson, A. B. (2013). The practicality and effectiveness of supplementary bright light for reducing jetlag in elite female athletes. *International journal of sports medicine*, 37(4), 582-589. <http://doi.org/10.1055/s-0032-1331160>

- Thompson, A. J. (2015). The effects of evening bright light exposure on subsequent morning exercise performance. *International journal of sports medicine*, 36(2), 101-106. <http://doi.org/10.1055 / s-00341389970>
- Thosar, S. S. (2018). *Role of the circadian system in cardiovascular disease. The Journal of clinical investigation*, 2157-2167. . <http://doi.org/10.1172 / JCI80590>
- Thun, E. B. (2015). Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep medicine reviews*, 23, 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.smr.2014.11.003>
- Till Roenneberg, F. B. (06 de 10 de 2019). Ritmos circadianos. (l. n. tematica, Entrevistador)
- Tischkau, S. A. (2003). Circadian clock-controlled regulation of cGMP-protein kinase G in the nocturnal domain. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 23(20), 7543-7550. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12930792/>
- Toro Gomez, J. (2010). *Neurologia. Colombia: Manual Moderno*.
- Ucha, F. (2013). *Trastorno del sueño en deportistas. Cuba*.
- Vargas-Parada, L. (20 de 01 de 2019). *Por qué el ciclo circadiano es importante para la salud*. Obtenido de centro de ciencias de la complejidad: <https://www.c3.unam.mx/noticias/noticia79.html>
- Vitale, J. A. (2019). Athletes' rest-activity circadian rhythm differs in accordance with the sport discipline. *Chronobiology international*, 36(4), 578-586. <http://doi.org/10.1080 / 07420528.2019.1569673>
- Vitale, K. C. (2019). *Sleep Hygiene for Optimizing Recovery in Athletes: Review and Recommendations. International journal of sports medicine*, 535-543. Obtenido de <http://doi.org/10.1055 / a-0905-3103>
- Vitaterna, M. H. (2001). Overview of circadian rhythms. *Alcohol research & health : the journal of the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism*, 25(2), 85-93. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11584554/>
- Vlahoyannis, A., Aphas, G., Bogdanis, G., Sakkas, G., Andreou, E., & Christoforos, G. (2020).
- Wagner, D. R. (1996). Disorders of the circadian sleep-wake cycle. *Neurologic clinics*, 14(3), 651-670. [http://doi.org/10.1016 / s0733-8619 \(05\) 70278-4](http://doi.org/10.1016 / s0733-8619 (05) 70278-4)
- Waterhouse, J. D. (2005). The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance. *Chronobiology international*, 22(2), 207-225. <http://doi.org/10.1081 / cbi-200053477>
- Waterhouse, J. R. (2004). *The stress of travel. Journal of sports sciences*, 10, 946-966. . Obtenido de <http://doi.org/10.1080 / 02640410400000264>

- Wefers, J. v. (2018). Circadian misalignment induces fatty acid metabolism gene profiles and compromises insulin sensitivity in human skeletal muscle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(30), 7789-7794. <http://doi.org/10.1073/pnas.1722295115>
- Weigl, Y. H. (2013). Peripheral circadian clocks--a conserved phenotype? *Chronobiology international*, 30(4), 559-576. <http://doi.org/10.3109/07420528.2012.754451>
- Whittaker, D. S. (2018). Circadian-based Treatment Strategy Effective in the BACHD Mouse Model of Huntington's Disease. *Journal of biological rhythms*, 33(5), 535-554. <http://doi.org/10.1177/0748730418790401>
- Wideman, L. W. (2002). Wideman, L., Weltman, J. Y., Hartman, M. L., Veldhuis, J. D., & Weltman, A. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 32(15), 987-1004. <http://doi.org/10.2165/00007256-200232150-00003>
- Wilking, M. N. (2013). Circadian rhythm connections to oxidative stress: implications for human health. *Antioxidants & redox signaling*, 19(2), 192-208. <http://doi.org/10.1089/ars.2012.4889>
- Williams, C. (2011). Environmental factors affecting elite young athletes. *Medicine and sport science*, 150-170. <http://doi.org/10.1159/000320646>
- Wolff, G. E. (2012). *Scheduled exercise phase shifts the circadian clock in skeletal muscle. Medicine and science in sports and exercise*, 44(9), 1663-1670. . Obtenido de <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318255cf4c>
- Yeung, C. C. (2019). Importance of the circadian clock in tendon development. *Current topics in developmental biology*, 133, 309-342. <http://doi.org/10.1016/bs.ctdb.2018.11.004>
- Yeung, C. C. (2019). *Investigating circadian clock gene expression in human tendon biopsies from acute exercise and immobilization studies. European journal of applied physiology*, 1387-1394. . Obtenido de <http://doi.org/10.1007/s00421-019-04129-2>
- Yousfi, N. M. (2018). *Effects of lunar phases on short-term, explosive physical performance among young trained athletes. Chronobiology international*, 35(4), 565-572. . Obtenido de <http://doi.org/10.1080/07420528.2017.1422741>
- Zhang, H. L. (2020). Do not neglect the role of circadian rhythm in muscle atrophy. *Ageing research reviews*, 63, 101-155. <http://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101155>