

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Reporte de Informe del Proyecto

24/06/2020 - 9:28 am

Informe de Proyecto

B8355 SUEÑO Y RENDIMIENTO FÍSICO - DEPORTIVO

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN 2020

INVESTIGADORES

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	GRADO	TIPO DE PARTICIPACIÓN	VIGENCIA INICIO	VIGENCIA FINAL	HORAS
109820086	PEDRO CARAZO VARGAS	DR.	PRINCIPAL	01/01/2020	10/07/2020	1/8 T
109820086	PEDRO CARAZO VARGAS	DR.	PRINCIPAL	06/08/2018	11/08/2019	1/8 T
109820086	PEDRO CARAZO VARGAS	DR.	PRINCIPAL	12/08/2019	31/12/2019	1/4 T
107660515	JOSE MONCADA JIMENEZ	DR.	ASOCIADO	01/01/2020	10/07/2020	S. C.
107660515	JOSE MONCADA JIMENEZ	DR.	ASOCIADO	06/08/2018	11/08/2019	S. C.
107660515	JOSE MONCADA JIMENEZ	DR.	ASOCIADO	08/10/2019	31/12/2019	5 HR
107660515	JOSE MONCADA JIMENEZ	DR.	ASOCIADO	12/08/2019	07/10/2019	S. C.

TESIARIOS

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	TIPO DE PARTICIPACIÓN	GÉNERO	VIGENCIA INICIO	VIGENCIA FINAL
----------------	--------	-----------------------	--------	-----------------	----------------

ANTECEDENTES

Actualmente, en procura de evaluar las respuestas del organismo que conduzcan a las adaptaciones perseguidas, por medio de modelos animales y humanos, se discute acerca de la relevancia del uso de indicadores relacionados con la respuesta inmune (Gholamnezhad, Boskabady, Hosseini, Sankian, & Khajavi Rad, 2014), inflamación (Kimsa et al., 2014; Lira et al., 2010) y su asociación con parámetros hormonales (Brooks & Carter, 2013; Conway, Race, & Chigrinskiy, 2011; Szivak et al., 2013) y psicofisiológicos (e.g., sueño) (Fullagar, Skorski, et al., 2015), los cuales podrían afectar las respuestas y adaptaciones al entrenamiento, y por consiguiente, el rendimiento en la alta competencia. Cabe mencionar que al sueño se le ha brindado una reciente importancia, debido a su relación con el proceso de recuperación y por ende con las adaptaciones físicas y deportivas relacionadas al entrenamiento (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Thorpe et al., 2015), temática poco estudiada hasta el momento (Bishop, Jones, & Woods, 2008; Laurent et al., 2011; McLester et al., 2003).

El sueño, concebido como un comportamiento homeostáticamente controlado en el que se presenta un estado reducido de movimiento y capacidad de respuesta sensorial, presenta una estrecha relación con los procesos cognitivos y fisiológicos, especialmente con la recuperación. Estas características respaldan su especial potencial para generar información relevante en el control del proceso de entrenamiento (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015).

Durante el sueño se presenta una actividad cerebral especial controlada por elaborados y precisos mecanismos que generan una reducción en la respuesta a los estímulos externos (Venter, 2012). Es por ello, que el estudio de la relación entre el sueño, la recuperación post ejercicio y el rendimiento deportivo, ha concentrado recientemente la atención de diversos investigadores que han asociado estas variables entre sí encontrando resultados diversos (Duffield, Murphy, Kellett, & Reid, 2014; Mah, Mah, Kezirian, & Dement, 2010; Samuels, 2008; Skein, Duffield, Minett, Snape, & Murphy, 2013; Venter, 2012).

Existen dos tipos de sueño, el llamado de movimientos no rápidos del ojo (NREM, por sus siglas en inglés) que se divide en cuatro etapas, y el sueño de movimientos rápidos del ojo o Rapid Eye Movement sleep (REM, por sus siglas en inglés) (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015; Swarnkar & Abeyratne, 2014; Venter, 2012). Las cuatro etapas NREM se presentan de manera continua durante el sueño profundo. En la primera etapa se presenta un sueño ligero que dura de 1 a 7 min aproximadamente. La segunda etapa se extiende de 10 a 20 min. La tercera y cuarta etapa se combinan entre sí de 20 a 40 min, en los cuales descenderá la presión sanguínea, la frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015; Swarnkar & Abeyratne, 2014; Venter, 2012).

Después de 30 a 40 min comienza el sueño REM. El cerebro se reactiva en una tasa de actividad rápida; el flujo sanguíneo, la frecuencia cardíaca, la respiración, la temperatura corporal y la presión sanguínea disminuyen. Los episodios de sueño REM se hacen más largos cuando el sueño progresa. De presentarse una buena calidad de sueño se completarán de 4 a 6 episodios, permaneciendo de un 20 a un 25% del tiempo en sueño de tipo REM (Venter, 2012). Este periodo de tiempo es muy importante ya que se ha sugerido que durante este lapso se consolida la memoria (Diekelmann & Born, 2010; Gais, Rasch, Dahmen, Sara, & Born, 2011), se interioriza la táctica y las técnicas complejas, así como nuevas destrezas motoras (Venter, 2012). En modelos animales se ha comprobado que dormir luego de un estímulo que implique aprendizaje motor, promueve la formación de espinas dendríticas post sinápticas en la corteza motora, las neuronas que se activan durante el aprendizaje de la tarea motora se reactivan nuevamente durante el sueño NREM. Estos hallazgos refuerzan la importancia que tiene el sueño para promover la formación de sinapsis, la consolidación del aprendizaje y el almacenamiento de la memoria (Yang et al., 2014).

Así mismo, durante las etapas 3 y 4 del sueño NREM se presenta una significativa actividad neuroendocrina donde se liberan hormonas sexuales (e.g., testosterona) y de crecimiento (e.g., insulina, hormona del crecimiento). Si ocurre una perturbación del sueño se presenta un cambio en la distribución de las etapas del sueño que podría generar un estado prematuro de sueño REM, con la consecuente menor actividad endocrina (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015; Venter, 2012).

Para monitorear la actividad diaria relacionada al sueño se utilizan dos principales técnicas, la polisomnografía y la actigrafía (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015; Halson, 2014; Johns, 1991). La polisomnografía analiza directamente la actividad fisiológica, para lo cual, entre otros elementos puede emplear electroencefalogramas (EEG), electromiografías (EMG), electrooculografías (EOG) electrocardiogramas (ECG) y cardiorespirogramas (CRG). Entre otros elementos, esta técnica proporciona información sobre el tiempo total de sueño, latencia de aparición del sueño, momento de despertar luego del inicio del sueño, eficiencia del sueño, el índice de fragmentación del sueño, número de despertares, y tiempo en cada fase del sueño (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015; Halson, 2014). Debido a la exactitud de estos instrumentos se logra estudiar con la máxima fidelidad desórdenes del sueño tales como la apnea obstructiva del sueño, la narcolepsia, el insomnio y la muerte súbita infantil (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015; Swarnkar & Abeyratne, 2014).

La actigrafía es un procedimiento no invasivo que facilita la recopilación de datos en tiempos prolongados. Emplea un dispositivo que se coloca en la muñeca de la persona para registrar continuamente el movimiento del cuerpo, permitiendo la comprensión de los patrones de sueño. Permite registrar el tiempo total de sueño, latencia de aparición del sueño, momento de despertar después del inicio del sueño y la eficiencia del sueño (Halson, 2014; Mah et al., 2011). Por otra parte, las escalas de auto registro se suelen utilizar para evaluar la calidad del sueño y determinar cuándo los participantes están despiertos y cuándo están dormidos (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015; Johns, 1991).

Tomando en cuenta los anteriores elementos, la evidencia científica analizada se organiza presentando inicialmente un reciente estudio meta analítico que sintetiza la evidencia del efecto de la práctica de actividad física en el sueño de las personas

independientemente de sus hábitos de ejercicio; posteriormente, se muestran los estudios que examinan la influencia del entrenamiento deportivo en el sueño, para finalizar con los que se concentraron en evaluar el efecto del sueño sobre la respuesta de los individuos en diferentes áreas.

Actividad física y sueño

De manera concluyente se ha reportado que la práctica de actividad física realizada tanto de manera aguda como crónica tiene un efecto directo sobre el sueño. Luego de meta analizar un conjunto de 66 estudios que investigaron la temática, se determinó que el ejercicio agudo permite aumentar el tiempo total de sueño ($d = 0.22$, $IC95\% = 0.10-0.34$, $p < 0.001$; $n = 41$), disminuir el inicio del sueño ($d = 0.17$, $IC95\% = -0.02-0.32$, $p = 0.03$; $n = 35$), mejorar la eficiencia del sueño ($d = 0.25$, $IC95\% = 0.12-0.39$, $p < 0.001$, $n = 28$), además reduce la duración de la etapa 1 del sueño ($d = 0.35$, $IC95\% = 0.18-0.52$), $p < 0.001$; $n = 20$) y el retrasa el momento de despertarse ($d = 0.38$, $IC95\% = 0.21-0.55$), $p < 0.001$; $n = 22$). Al realizar ejercicio de manera regular (i.e., crónica), se obtiene un beneficio pequeño sobre el tiempo total de sueño ($d = 0.25$, $IC95\% = 0.07-0.43$, $p = 0.005$; $n = 10$) y la eficiencia del sueño ($d = 0.30$, $IC95\% = 0.06-0.55$, $p = 0.02$; $n = 6$); así mismo disminuye el momento en el cual inicia el sueño ($d = 0.35$, $IC95\% = 0.00-0.70$, $p < 0.05$; $n = 9$) y aumenta la calidad del mismo ($d = 0.74$, $IC95\% = 0.48-1.00$, $p < 0.001$; $n = 19$) (Kredlow, Capozzoli, Hearon, Calkins, & Otto, 2015).

Entre las variables moderadoras analizadas en el estudio, destaca la importancia que presenta el nivel de actividad física de los individuos, pues se observó un moderado y significativo efecto sobre el aumento en la duración de las etapas 3 y 4 del sueño NREM para las muestras que tenían un importante nivel de actividad física ($d = 0.51$, $p = 0.008$), mientras que no se hallaron efectos en los individuos con bajos niveles de actividad física ($d = -0.31$, $p = 0.09$). Además no se hallaron diferencias en los tamaños de efecto según la realización de ejercicio aeróbico o anaeróbico en el total de horas de sueño, las etapas 1 y 2 de sueño y los REM al dormir ($p > 0.08$) (Kredlow et al., 2015). Este meta análisis corroboró la asociación existente entre la realización de ejercicio crónico y el sueño; sin embargo, el análisis integró tanto estudios sobre actividad física como de ejecución de ejercicio estructurado, los cuales pertenecían a la categoría mente cuerpo (i.e., yoga, Pilates, tai chi, qigong) ($n = 9$) o no catalogados como mente cuerpo (i.e., natación, carrera, caminata) ($n=10$). Esta característica del análisis de variables moderadoras representa una limitación si se desea realizar inferencias sobre los resultados hacia poblaciones de deportistas.

Sueño y desempeño al realizar ejercicio

El sueño tiene la capacidad de modificar el rendimiento de las personas al realizar deporte y ejecutar diferentes tareas físicas. Se ha registrado que la restricción del sueño genera diversas alteraciones. Entre estas respuestas se presenta el incremento en la frecuencia cardíaca, la ventilación minuto y la concentración de lactato en el plasma luego de realizar tanto ejercicio submáximo como máximo (Mougín et al., 1991). A continuación se presenta evidencia psicológica, cognitiva y fisiológica que describe el efecto del sueño sobre el rendimiento físico y deportivo.

Empleando un diseño no experimental, se demostró que el estado de ánimo de las personas deportistas está relacionado con la calidad del sueño (Lastella, Lovell, & Sargent, 2014). Las dimensiones negativas de fatiga y tensión se correlacionan negativamente con la calidad del sueño la noche previa a la competencia ($r = -0.28$, $p = 0.004$, $r = -0.21$, $p = 0.030$, respectivamente), y con la cantidad de tiempo que se haya dormido ($r = -0.23$, $p = 0.023$, $r = -0.20$, $p = 0.044$, respectivamente). Adicionalmente, la tensión se correlacionó positivamente con el número de veces que la persona se despertó durante la noche ($r = 0.20$, $p = 0.045$), y por el contrario, el vigor se asoció positivamente con la calidad del sueño ($r = 0.24$, $p = 0.013$) (Lastella et al., 2014).

El funcionamiento cognitivo también es alterado al perturbarse el sueño de los deportistas (Taheri & Arabameri, 2012). Dieciocho atletas universitarios que no durmieron durante una noche presentaron un mayor tiempo de reacción que cuando habían dormido 8-10 h previamente ($p = 0.003$). En la condición de descanso, los individuos registraron 244 ± 39 ms, mientras que al no dormir 282 ± 31 ms. Aunque no se encontraron diferencias en la potencia pico y promedio al realizar el test de Wingate antes y después de la intervención, los efectos adversos en la función cognitiva manifestados en el aumento del tiempo de reacción pueden tener un impacto negativo en los deportes en los cuales se requiera de movimientos rápidos y explosivos, como por ejemplo, en Taekwondo (Taheri & Arabameri, 2012).

En el ámbito fisiológico se ha reportado cómo la perturbación del sueño limita el efecto fisiológico de crecimiento y reparación de tejidos en los atletas (Duffield et al., 2014; Samuels, 2008; Skein et al., 2013). Por ejemplo, en una intervención en la cual a 11 jugadores de rugby se les sometió a una condición en la que dormían 8 h y otra en la cual no se les permitía dormir totalmente en la noche previa a un partido. Los investigadores encontraron que los individuos que no habían dormido tenían un mayor daño muscular, pues presentaron mayores tamaños de efecto a las 16 h posteriores al partido en las concentraciones de creatina quinasa (CK) y proteína C-reactiva ($d = 0.80-0.88$). Así mismo, la respuesta ante una prueba de reacción cognitiva fue mejor ($p = 0.007$) cuando los individuos descansaban satisfactoriamente la noche anterior (Skein et al., 2013).

En el ámbito endocrino, aunque la concentración hormonal y en especial el cortisol típicamente se incrementan durante el estrés inducido por el ejercicio, la interacción entre esta respuesta y la alteración en el sueño es inconclusa. Por ejemplo, al suprimir por completo el sueño por una noche a un grupo de hombres que realizaban el servicio militar se registró un aumento en la concentración de cortisol respecto al grupo que durmió normalmente (Goh, Tong, Lim, Low, & Lee, 2001).

En contraproposición, 12 hombres y 13 mujeres (no deportistas) que debían dormir 2 h menos que en el periodo de línea base, presentaron una disminución en la concentración de cortisol luego de la restricción en la cantidad de horas de sueño (Vgontzas et al., 2004). Las personas participantes del estudio presentaron picos de cortisol menores en la fase de restricción de sueño (44.14 ± 16.55 nmol/l; $p < 0.05$). Esta diferencia fue mayor en los hombres (55.18 ± 24.83 nmol/l) que en las mujeres (35.87 ± 24.83 nmol/l). Además se señala que los individuos empeoraron su rendimiento en una tarea psicomotora de tiempo de reacción cuando no durmieron (Vgontzas et al., 2004).

El funcionamiento normal del sistema inmune es otro de los aspectos que puede afectarse por la perturbación del sueño. La privación del sueño puede producir una interrupción en el funcionamiento endocrino y el ritmo circadiano fisiológico, capaz de generar un deterioro de la respuesta inmune que aumenta el riesgo de enfermedades (Halsón, 2014). Se sabe que la cantidad de horas que duerme un individuo genera una respuesta en el sistema inmunológico. Al registrar la función de las células T y de las células asesinas naturales (NK) en personas que voluntariamente dormían menos de 7 h, entre 7 y 9 h o más de 9 h diarias, se encontró que el sueño de corta duración se asoció con una mayor función de las células T en respuesta a un antígeno equivalente a un 49% (IC95% = 7/109%) y un 30% menos de actividad de las células NK en comparación con las personas que dormían entre 7 y 9 h (IC95% = -46/-8%) (Fondell et al., 2011).

Las citoquinas también son alteradas al perturbarse el sueño. Mediante la restricción de 2 h de sueño, en un grupo de 25 personas voluntarias se encontró un aumento en la secreción de 24 horas de IL-6 de 0.8 ± 0.3 pg/ml ($p < 0.05$) respecto a la secreción que se presentó sin restringir el sueño (Vgontzas et al., 2004). Tomando en cuenta que este incremento es similar a los aumentos asociados con condiciones tales como la obesidad y el envejecimiento, así como a un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular (Vgontzas et al., 2004), es importante el valorar el impacto que puede generar la perturbación del sueño.

Existen pocos estudios que analizan el efecto del sueño en patrones hormonales e inmunológicos ($n = 11$) (Fullagar, Skorski, et al., 2015) y la variación en los resultados se puede atribuir a las características de los mismos, ya que la secreción de cortisol es dependiente de la sincronización, intensidad y duración de los estímulos (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015). Además, elementos como el retraso en la hora de acostarse en relación al momento de levantarse y las características de la alimentación son otros elementos que pueden explicar la variación en la respuesta del cortisol (Vgontzas et al., 2004).

La reducida cantidad de estudios ($n = 20$) en los cuales se ha monitoreado el sueño de deportistas coinciden en la importancia de la cantidad y calidad del sueño para el rendimiento deportivo y el proceso de preparación (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015). Por ello, en los últimos cinco años han comenzado a aparecer estudios relacionados con el sueño y el rendimiento. Por ejemplo, a un conjunto de 11 basquetbolistas pertenecientes a un equipo universitario estadounidense se le analizó su rendimiento en pruebas específicas de baloncesto, su tiempo de reacción y estado anímico (Mah et al., 2011). El estudio se efectuó en dos fases; en la inicial, se estableció una línea base durante 2-4 semanas en la que los jugadores permanecieron con su patrón habitual de sueño. Posteriormente, durante 5-7 semanas se les solicitó a los participantes que extendieran su periodo en la cama por un mínimo de 10 h cada noche. Los individuos aumentaron significativamente la cantidad de horas que dormían ($p < 0.01$), mejoraron su velocidad ($p < 0.001$), precisión de lanzamientos ($p < 0.001$), así como sus percepciones de vigor y reducción de fatiga ($p < 0.001$), durante el periodo de extensión del sueño en comparación con su periodo de sueño inicial (Mah et al., 2011).

Aunque tanto deportistas como entrenadores reconocen la importancia del sueño para un óptimo rendimiento deportivo, es peculiar que han sido pocos los estudios que han investigado la cantidad y calidad del sueño en una cohorte de atletas ($n=20$) (Fullagar, Duffield, et al., 2015; Fullagar, Skorski, et al., 2015).

Existe certeza de que la actividad física tiene un impacto en el sueño de las personas, así mismo, la evidencia respalda alteraciones en el desempeño físico al restringir el sueño. No obstante, considerando que "la futura investigación también podría centrarse en la interacción entre el sueño y las adaptaciones crónicas y agudas al entrenamiento" (p. 181) (Fullagar, Skorski, et al., 2015), que en los estudios realizados han participado tanto personas deportistas como no deportistas, además, que la mayoría de los mismos se ha concentrado en los efectos de la restricción y privación del sueño y no en el contexto natural de la preparación y competición deportiva, se identifica que la evidencia científica no es concluyente sobre el efecto que tiene el sueño en el desempeño físico de los deportistas en su contexto natural de entrenamiento.

La menor capacidad de recuperación, las alteraciones en los estados de ánimo, del sistema inmunológico y concentraciones hormonales reducen la capacidad para entrenar, aumenta el riesgo de adquirir enfermedades, y por lo tanto, prepararse adecuadamente para competir, por lo cual estos factores están planteados como parte de los mecanismos responsables de causar la disminución del rendimiento deportivo (Mah et al., 2011; Samuels, 2008; Souissi et al., 2008; Taheri & Arabameri, 2012). Debido a las alteraciones en el funcionamiento del organismo que pueden presentarse al modificarse los patrones de sueño, que a su vez impactarán en el rendimiento deportivo, la evaluación de la calidad del sueño de los deportistas se presenta como una variable de gran importancia para valorar dentro del proceso de entrenamiento y optimizar el rendimiento.

Entrenamiento deportivo y sueño

Con el objetivo de evaluar el efecto en el sueño de la variación de las cargas de entrenamiento a lo largo de una temporada competitiva únicamente se halló un estudio (Taylor, Rogers, & Driver, 1997). Con tal fin se le dio seguimiento a un conjunto de 7 nadadoras durante 9 meses, se efectuaron mediciones al inicio de la preparación, durante el mayor pico de carga, momento en el cual se ejecutaban un alto volumen de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos a máxima intensidad (a los 3 meses) y luego de la reducción de la carga de entrenamiento en la puesta a punto, donde se ejercitaban con un bajo volumen de ejercicios anaeróbicos a alta intensidad (a los 6 meses). La evaluación subjetiva de la calidad del sueño fue similar en las tres fases del estudio ($p > 0.05$), así mismo el tiempo de despertar luego del inicio del sueño, la cantidad de veces que se despertaban durante la noche y el tiempo total de sueño también fueron iguales en los tres momentos de entrenamiento ($p > 0.05$). No obstante, el número total de movimientos fue significativamente mayor al inicio (10.3%, $p < 0.05$) y en el pico de carga (11%, $p < 0.01$), respecto al momento de puesta a punto. Además el sueño de onda lenta fue mayor al inicio (26%, $p < 0.01$) y en el pico de entrenamiento (31%, $p < 0.05$) respecto a la puesta a punto (16%), patrón que apoya la teoría de la menor necesidad restaurativa del sueño de onda corta en los periodos de menor demanda física (Taylor et al., 1997). Como se puede evidenciar, existe un vacío de información científica sistemática acerca de la asociación y el efecto del entrenamiento deportivo sobre las diferentes características del sueño.

Miller, Sargent, Vincent, Roach, Halsón & Lastella (2017), compararon los patrones de sueño de jugadores de fútbol y rugby,

logrando identificar que los jugadores de fútbol experimentaban una mayor cantidad de disturbios en el sueño respecto a los jugadores de rugby, comportamiento que atribuyeron a una posible mayor exigencia física en los entrenamientos para los jugadores de fútbol.

Referencias

- Buysse DJ, Reynolds III ChF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index A New Instrument for Psychiatric Practice and Research. *Psychiatry Research* 1989;28193-213
- Carazo-Vargas, P., & Moncada-Jiménez, J. (2017). The Association between Sleep Efficiency and Physical Performance in Taekwondo Competitors An Individual Analysis. *International Journal of Exercise Science*, 2(9).
- Diekelmann, S., & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews*, 11, 114-126. doi10.1038/nrn2762
- Duffield, R., Murphy, A., Kellett, A., & Reid, M. (2014). Recovery From Repeated On-Court Tennis Sessions Combining Cold-Water Immersion, Compression, and Sleep Interventions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 273-282. doihttp://dx.doi.org/10.1123/IJSPP.2012-0359
- Fondell, E., Axelsson, J., Franck, K., Ploner, A., Lekander, M., Bälter, K., & Gaines, H. (2011). Short natural sleep is associated with higher T cell and lower NK cell activities. *Brain, Behavior, and Immunity*, 25(1), 16–24. doi10.1016/j.bbi.2011.04.004
- Fullagar, H. H., Duffield, R., Skorski, S., Coutts, A., Julian, R., & Meyer, T. (2015). Sleep and Recovery in Team Sport Current Sleep-related Issues Facing Professional Team-sport Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 950-957. doi10.1123/ijssp.2014-0565
- Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A., & Meyer, T. (2015). Sleep and Athletic Performance The Effects of Sleep Loss on Exercise Performance, and Physiological and Cognitive Responses to Exercise. *Sports Medicine*, 45, 161–186. doi10.1007/s40279-014-0260-0
- Gais, S., Rasch, B., Dahmen, J., Sara, S., & Born, J. (2011). The Memory Function of Noradrenergic Activity in Non-REM Sleep. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(9), 2582–2592.
- Gholamnezhad, Z., Boskabady, M. H., Hosseini, M., Sankian, M., & Khajavi Rad, A. (2014). Evaluation of immune response after moderate and overtraining exercise in wistar rat. *Iran Journal of Basic Medicine Science*, 17(1), 1-8.
- Halson, S. (2014). Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep. *Sports Medicine*, 44(Suppl 1), S13–S23. doi10.1007/s40279-014-0147-0
- Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness. The Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, 14(6), 540-545.
- Kelln, B., McKeon, P., Gontkof, L., & Hertel, J. (2008). Hand-Held Dynamometry Reliability of Lower Extremity Muscle Testing in Healthy, Physically Active, Young Adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 17, 160-170.
- Mah, C., Mah, K., Kezirian, E., & Dement, W. (2010). The Effects of Sleep Extension on the Athletic Performance of Collegiate Basketball Players. *Sleep*, 34(7), 943-950. doi10.5665/SLEEP.1132
- Miller, D., Sargent, C., Vincent, G., Roach, G., Halson, S., & Lastella, M. (2017). Sleep/wake behaviours in elite athletes from three different football codes. *Journal of Sports Science and Medicine* (2017) 16, 604-605.
- Mougin, F., Simon-Rigaud, M. L., Davenne, D., Renaud, A., Garnier, A., Kantelip, J. P., & P, M. (1991). Effects of sleep disturbances on subsequent physical performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 63(2), 77-82. doi10.1007/BF00235173
- Samuels, C. (2008). Sleep, Recovery, and Performance The New Frontier in High-Performance Athletics. *Neurologic Clinics*, 26, 169–180. doi10.1016/j.ncl.2007.11.012
- Skein, M., Duffield, R., Minett, G., Snape, A., & Murphy, A. (2013). The Effect of Overnight Sleep Deprivation After Competitive Rugby League Matches on Postmatch Physiological and Perceptual Recovery. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 556-564.
- Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M., & Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiology International*, 25(6), 1062–1076. doi10.1080/07420520802551568
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Swarnkar, V., & Abeyratne, U. (2014). Bispectral analysis of single channel EEG to estimate macro-sleep-architecture. *International Journal Medical Engineering and Informatics*, 6(1), 43-64.
- Taheri, M., & Arabameri, E. (2012). The Effect of Sleep Deprivation on Choice Reaction Time and Anaerobic Power of College Student Athletes. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(1), 15-20.
- Taylor, S., Rogers, G., & Driver, H. (1997). Effects of training volume on sleep, psychological, and selected physiological profiles of elite female swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(5), 688-693.
- Thorpe, R., Strudwick, A., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 958-964. doi10.1123/ijssp.2015-0004
- Venter, R. E. (2012). Role of sleep in performance and recovery of athletes a review article. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 34(167-184).
- Vgontzas, A. N., Zoumakis, E., Bixler, E. O., Lin, H. M., Follett, H., Kales, A., & Chrousos, G. P. (2004). Adverse Effects of Modest Sleep Restriction on Sleepiness, Performance, and Inflammatory Cytokines. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(5), 2119–2126. doi10.1210/jc.2003-031562
- Yang, G., Lai, C. S., Cichon, J., Ma, L., Li, W., & Gan, W. B. (2014). Sleep promotes branch-specific formation of dendritic spines after learning. *Science*, 344(6188), 1173-1178. doi10.1126/science.1249098

Anotaciones:

Información no suministrada

JUSTIFICACIÓN

El sueño, concebido como un comportamiento homeostáticamente controlado en el que se presenta un estado reducido de movimiento y capacidad de respuesta sensorial, presenta una estrecha relación con los procesos cognitivos y fisiológicos, especialmente con la recuperación. Estas características respaldan su especial potencial para generar información relevante en el control del proceso de entrenamiento (Duffield et al., 2014; Mah et al., 2010; Samuels, 2008; Skein et al., 2013; Venter, 2012). Tomando en cuenta el vínculo de la calidad del sueño con la alteraciones en la capacidad de recuperación, el estado de ánimo, el sistema inmunológico y las concentraciones hormonales (Mah et al., 2010; Samuels, 2008; Souissi et al., 2008; Taheri & Arabameri, 2012), elementos que pueden reducir la capacidad para entrenar, aumentar el riesgo de adquirir enfermedades, y por lo tanto, entorpecer la preparación para una competencia, causando una alteración en las adaptaciones perseguidas y disminuyendo el rendimiento deportivo, se plantea la importancia de analizar los patrones de comportamiento del sueño durante el proceso de preparación de deportistas universitarios. En este contexto, es esencial el contar con instrumentos de medición válidos y accesibles para realizar el proceso de valoración del sueño.

Anotaciones:

Información no suministrada

METODOLOGÍA

Objetivo específico 1

- Participantes

15 hombres y 15 mujeres con edades entre los 18 y 30 años.

- Criterios de inclusión

Tener la disposición para dormir una noche utilizando un acelerómetro y un polígrafo portátil

- Criterios de exclusión

Tener un diagnóstico de problemas de sueño

Tomar algún tipo de medicamento para el sueño

- Consideraciones éticas

El investigador principal cumple con los requisitos solicitados y se encuentra tramitado la certificación ante el Consejo Nacional de Investigación en Salud (Código # 1163-2017) como Investigador Principal en Estudios Intervencionales (Vigencia hasta 15/11/20). El co-investigador Dr. José Moncada Jiménez está certificado por el Consejo Nacional de Investigación en Salud (Código # 310-2016) como Investigador Principal en Estudios Intervencionales (Vigencia hasta 28/5/19) y como Investigador Principal en Estudios Observacionales (Vigencia hasta 30/3/19) (Código # 133-2016).

•

Se considera positiva porque

1. El participante conocerá información acerca del sueño, lo cual es potencialmente importante para su proceso de entrenamiento deportivo.

2. El participante dormirá en su sitio acostumbrado, de manera que no se alteran significativamente sus condiciones normales de vida.

- Instrumentos de medición

- Información demográfica y del entrenamiento

Se solicitará información demográfica (i.e., edad, sexo, estado civil, ingreso económico) para poder describir la muestra de participantes. Así mismo, se solicitará información acerca del entrenamiento y rendimiento.

- Sueño

La eficiencia del sueño, el total de minutos dormidos, la latencia de sueño, la cantidad de despertares y la duración promedio de los despertares, se determinará mediante el empleo de acelerómetros marca Actigraph, modelo wGT3X-BT (ActiGraph, LLC, Pensacola, FL), así mismo mediante Polígrafo Cardiorespiratorio Portátil, marca Care Fusion, modelo NOXT3

El acelerómetro es un monitor de actividad física de ~27 g y 3.8 cm x 3.7 cm x 1.8 cm, que graba aceleraciones en tres planos

ortogonales que se traducen en un vector de magnitud, que varía entre 0.05 a 2.5 G. Los datos se filtran a frecuencias de 0.25 a 2.5 Hz. El wGT3X ha mostrado una alta confiabilidad (coeficiente de correlación intraclase = 0.97). También tiene una correlación con una prueba de VO₂máx en banda sin fin ($r = 0.81$). Se utilizó el programa ActiLife 6 (ActiGraph™, Pensacola, FL), para descargar los datos del acelerómetro, poder convertirlos a las unidades deseadas y validar los datos. Este instrumento ya ha sido utilizado en atletas costarricenses (Carazo-Vargas & Moncada-Jiménez, 2017).

La eficiencia del sueño se definirá como la relación entre la cantidad de minutos que el individuo permanezca dormido por el total de minutos que permanezca despierto luego de acostarse. El valor obtenido se presenta como porcentaje del total de tiempo en que se durmió (%).

El Polígrafo Cardiorrespiratorio Portátil, marca Care Fusion, modelo NOXT3, posee dos sensores, uno abdominal y el otro torácico, los cuales miden la impedancia de los movimientos e indican si hay respiración paroxística o respiración de Cheyne-Stoke, además brinda un porcentaje de ronquidos, y censa ese flujo, los ronquidos son audibles por medio del micrófono incorporado del Noxt3.

Analiza el tiempo de sueño, además indica el tiempo en que se inicia y termina el estudio, posee un indicador de movimiento el cual especifica la posición del paciente, inclusive puede observarse la posición y la saturación de oxígeno de cada momento, brinda también un porcentaje de movimientos.

Posee indicador de apneas- hipo apneas, además de indicar si es una apnea obstructiva, mixta o central, mejorando la calidad del diagnóstico, esto también se puede observar en gráficas.

En cuanto al porcentaje de saturación de oxígeno, brinda un porcentaje máximo, mínimo y uno medio, indicando en que momento la persona modifico su saturación.

La nasocanula es descartable, posee un filtro lo cual evita la contaminación cruzada, las bandas vienen en 4 tamaños, pequeño, mediano, grande y pediátrico, este equipo puede ser utilizado en niños mayores de 3 años y son reutilizables hasta 5 veces.

El software Noxturnal permite revisar y analizar las señales fisiológicas y presentar los resultados a modo de informes

• Procedimientos de medición

Las personas interesadas en participar del estudio serán citadas al Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (CIMOBU) de la Universidad de Costa Rica. Allí se les recibirá y se les explicará el procedimiento a seguir, comenzando por el consentimiento informado para participar como sujeto en una investigación aprobada por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica.

Luego, se les solicitará el nombre completo y la fecha de nacimiento. Luego se medirá el peso (kg) y la estatura (cm) corporal. Primero, se ubicará al participante en el estadiómetro, descalzo, con la cabeza, espalda, glúteos y piernas apoyadas en la pared y con los pies a 60°. Después se le pedirá inspirar profundamente y se anotará la estatura en cm. Luego, se le solicitará a la persona subir a la báscula, utilizando la menor cantidad de ropa posible y sin accesorios como reloj o teléfono celular. Una vez que la persona suba a la báscula se le solicitará no moverse y luego se leerá el peso en kg.

Se le solicitará a cada sujeto dormir con un acelerómetro y un polígrafo cardiorrespiratorio durante una noche. La persona participante dormirá en su casa de habitación por lo que recibirá una capacitación para colocarse el polígrafo por sí misma. Además, se les proporcionará un video, el cual podrán descargar en sus dispositivos telefónicos o podrán acceder en YouTube, en el que podrán observar el proceso de colocación del NOXT3. Adicionalmente, podrán llamar por teléfono al investigador principal en caso de alguna otra duda.

Las mediciones se realizarán en días laborales habituales para las personas, entre los días lunes y jueves.

• Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizará el paquete estadístico IBM-SPSS Statistics 23. Se obtendrán estadísticas descriptivas para las variables cuantitativas y frecuencias y porcentajes para las variables categóricas.

Se utilizará el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson para determinar la validez convergente entre ambos instrumentos de medición. Además, se utilizará el coeficiente de correlación de concordancia de Lin para evaluar la reproducibilidad entre el acelerómetro y el polígrafo portátil. La fuerza de acuerdo de Lin (ρ_c) se considerará pobre (<0,90), moderada (0,90 - 0,95), sustancial (0,95 - 0,99) y casi perfecta (> 0,99) (Lin 1989).

Objetivo específico 2

• Participantes

Atletas universitarios integrantes de los equipos de representación de la Universidad de Costa Rica. Específicamente deportistas integrantes de los equipos de fútbol, baloncesto, voleibol, natación, atletismo y taekwondo. En estas seis disciplinas deportivas se incluirá tanto la categoría masculina como la femenina. Se proyecta analizar aproximadamente 110 deportistas.

• Criterios de inclusión

Ser parte de los equipos de representación de la Universidad de Costa Rica en las disciplinas deportivas seleccionadas

• Criterios de exclusión

Tener un diagnóstico de problemas de sueño

Tomar algún tipo de medicamento para el sueño

Sufrir alguna lesión durante el estudio que le impida continuar con su proceso de entrenamiento.

• Consideraciones éticas

El investigador principal está certificado por el Consejo Nacional de Investigación en Salud (Código # 1163-2017) como Investigador Principal en Estudios Intervencionales (Vigencia hasta 15/11/20). El co-investigador Dr. José Moncada Jiménez está certificado por el Consejo Nacional de Investigación en Salud (Código # 310-2016) como Investigador Principal en Estudios Intervencionales (Vigencia hasta 28/5/19) y como Investigador Principal en Estudios Observacionales (Vigencia hasta 30/3/19) (Código # 133-2016).

Se considera como positiva la participación de un voluntario al evaluar la relación de riesgo/beneficio de participar en este estudio por los siguientes motivos

El participante conocerá información acerca de sus patrones de sueño, lo cual es potencialmente importante para su proceso de entrenamiento y rendimiento deportivo.

- Instrumentos de medición

- Información demográfica y del entrenamiento

Se solicitará información demográfica (i.e., edad, sexo, estado civil, ingreso económico) para poder describir la muestra de participantes. Así mismo, se solicitará información acerca del entrenamiento y rendimiento.

- Antropometría y composición corporal

El peso (kg) de la persona se medirá con una báscula electrónica (Tanita, modelo BF-350, Japón) y la estatura (cm) con un estadiómetro (Novel Products Inc., modelo DES 290 337, Rockton, USA). Para estimar el porcentaje de grasa corporal, masa muscular y densidad mineral ósea, se utilizará un dispositivo de absorciometría de rayos X de energía dual (DXA, Dual-Energy X-ray Absorptiometry) (modelo Lunar Prodigy Advance (GE Medical Systems Lunar, Madison, WI, USA) y análisis con el software enCORE 2011, versión 13,60,033.).

- Sueño

La eficiencia del sueño, el total de minutos dormidos, la latencia de sueño, la cantidad de despertares y la duración promedio de los despertares, se determinará mediante el empleo de acelerómetros marca Actigraph, modelo wGT3X-BT (ActiGraph, LLC, Pensacola, FL).

El acelerómetro es un monitor de actividad física de ~27 g y 3.8 cm x 3.7 cm x 1.8 cm, que graba aceleraciones en tres planos ortogonales que se traducen en un vector de magnitud, que varía entre 0.05 a 2.5 G. Los datos se filtran a frecuencias de 0.25 a 2.5 Hz. El wGT3X ha mostrado una alta confiabilidad (coeficiente de correlación intraclass = 0.97). También tiene una correlación con una prueba de VO₂máx en banda sin fin ($r = 0.81$). Se utilizó el programa ActiLife 6 (ActiGraph™, Pensacola, FL), para descargar los datos del acelerómetro, poder convertirlos a las unidades deseadas y validar los datos. Este instrumento ya ha sido utilizado en atletas costarricenses (Carazo-Vargas & Moncada-Jiménez, 2017).

La eficiencia del sueño se definirá como la relación entre la cantidad de minutos que el individuo permanezca dormido por el total de minutos en que permanezca despierto luego de acostarse. El valor obtenido se presenta como porcentaje del total de tiempo en que se durmió (%).

- Procedimientos de medición

Las personas interesadas en participar del estudio serán citadas al Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (CIMOHU) de la Universidad de Costa Rica. Allí se les recibirá y se les explicará el procedimiento a seguir, comenzando por el consentimiento informado para participar como sujeto en una investigación aprobada por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica.

Luego, se les solicitará el nombre completo y la fecha de nacimiento. Luego se medirá el peso (kg) y la estatura (cm) corporal. Primero, se ubicará al participante en el estadiómetro, descalzo, con la cabeza, espalda, glúteos y piernas apoyadas en la pared y con los pies a 60°. Después se le pedirá inspirar profundamente y se anotará la estatura en cm. Luego, se le solicitará a la persona subir a la báscula, utilizando la menor cantidad de ropa posible y sin accesorios como reloj o teléfono celular. Una vez que la persona suba a la báscula se le solicitará no moverse y luego se leerá el peso en kg. Posteriormente, cada participante completará los cuestionarios psicológicos.

Una vez finalizado ese procedimiento, a la persona se le preguntará si posee alguna fractura o algún objeto metálico en el cuerpo. Si el objeto metálico puede ser retirado del cuerpo (e.g., anillos, pulseras u otros accesorios), se le indicará que lo haga. A las mujeres se les preguntará si están embarazadas o no. Si están embarazadas no se les realizará la prueba. A las personas se les pedirá ubicarse de cúbito dorsal en el equipo de densitometría (i.e., DEXA), para prepararlas para medir la composición corporal. El equipo de densitometría permitirá medir la densidad mineral ósea y el % de grasa corporal. Una vez realizado el estudio correspondiente, se les pedirá incorporarse lentamente.

Se le solicitará a cada sujeto dormir con un acelerómetro durante 7 días consecutivos en 3 diferentes semanas del proceso de preparación. La primera semana será al inicio del proceso de entrenamiento, la segunda durante la semana de mayor carga de entrenamientos y la tercera luego de la reducción de la carga de entrenamiento durante la puesta a punto previa a la competencia.

El proceso programado de entrenamiento ni las actividades de la vida diaria serán modificados por la participación en el estudio.

- Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizará el paquete estadístico IBM-SPSS Statistics 23. Se obtendrán estadísticas descriptivas para las variables cuantitativas y frecuencias y porcentajes para las variables categóricas.

Se efectuarán análisis de varianza de tres vías para evaluar los patrones de la eficiencia del sueño, el total de minutos dormidos, la latencia de sueño, la cantidad de despertares y la duración promedio de los despertares, durante el proceso de preparación según las distintas disciplinas deportivas que se logren incluir.

Anotaciones:

En cumplimiento del objetivo 1, adicionalmente a lo planteado originalmente, se obtuvieron los datos de las coordenadas X, Y y Z registrados a 10 Hz de cada dispositivo a partir de las 2000 h y terminando a una hora variable a la mañana siguiente, se exportaron independientemente como valores separados por comas (CSV). Estadísticamente, además de los coeficientes de correlación planteados inicialmente, se efectuó un análisis de modelos mixtos con el software Rstudio (R Project, 2019), versión 3.6.1 y paquetes ggplot2 (Hadley Wickham, 2016), dplyr (H. Wickham, François, Henry y Müller, 2019), lme4 (Bates, Mächler, Bolker y Walker, 2015) y readxl (H. Wickham y Bryan, 2019), además un análisis bayesiano, mediante la aplicación de software OpenBugs, versión v3.2.3, con el paquete R2OpenBUGS (Sturtz, Ligges y Gelman, 2005). Las variables independientes fueron los dos dispositivos (un factor de efecto fijo con dos niveles, Nox T3 y ActiGraph), el participante y el tiempo (es decir, el tiempo total de sueño). El diseño incluyó un factor de efecto aleatorio (es decir, grabaciones dentro del mismo sujeto). Como las personas comenzaron a grabar a las 2000 h, el tiempo que la persona se durmió y se despertó dependía de cada una; por lo tanto, el tiempo se considera un factor aleatorio. Se consideró necesario un enfoque de modelo mixto para analizar los datos (Kuehl, 1999). Para fines prácticos, dada la gran cantidad de datos y debido a que todos los participantes debían tener la misma cantidad de observaciones para usar un modelo de medidas repetidas, el análisis incluyó 3000 observaciones. Dado que el tiempo que durmió una de las participantes no permitió cumplir con las 3000 observaciones, se finalizó con una muestra de 29 participantes, que generaron un total de 87 000 observaciones que fueron utilizadas en el análisis. Dada la situación sanitaria del país producto del covid-19, los equipos de representación universitaria suspendieron los entrenamientos regulares. Esto provocó la imposibilidad de responder al objetivo 2 del proyecto. Se logró completar 115 observaciones correspondientes al inicio del periodo de entrenamiento entre los deportistas de las diferentes disciplinas, no obstante al suspenderse los entrenamientos, el posible efecto de la carga de entrenamiento sobre el sueño no se puede evaluar. Como medida alterna, con los datos obtenidos de esta primera medición, se publicará un manuscrito analizando descriptivamente la eficiencia del sueño, la latencia, la cantidad de horas en cama y en sueño, así como la cantidad y duración de los despertares, según el deporte practicado y el sexo.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Deportistas de elite costarricenses, deportistas universitarios. Comité Olímpico Nacional, Federaciones deportivas

Anotaciones:

Información no suministrada

CONVENIOS EXTERNOS

NÚMERO DE CONVENIO	ENTIDAD COLABORADORA	TIPO DE COLABORACIÓN	NÚMERO DE CUENTA	MONTO	ENTE ADMINISTRADOR
No hay datos disponibles					

OBJETIVO GENERAL

DESCRIBIR LOS PATRONES DE SUEÑO EN ATLETAS UNIVERSITARIOS MEDIANTE PROCEDIMIENTOS VÁLIDOS Y PRÁCTICOS

Anotaciones del objetivo general:

Como producto de proyecto se generó un manuscrito que se encuentra en revisión en la revista "Measurements in Physical Education & Exercise Science". Se está preparando un segundo manuscrito.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo: Validar el uso de los acelerómetros para monitorear el sueño

Meta 1: Asociar la eficiencia, la latencia, la cantidad de despertares y las horas de sueño al utilizar un acelerómetro y un polígrafo cardiorespiratorio en 30 personas

Actividades realizadas y resultados

La eficiencia del sueño registrada por el Nox T3 fue menor que la registrada por el ActiGraph wGT3X-BT ($73.9 \pm 24.3\%$ vs. $86.1 \pm 9.8\%$, $p = 0.024$; IC 95% = 1.8, 22.7), y ambos dispositivos mostraron una pobre concordancia ($rc = -0.09$, IC 95% = -0.29, 0.13). Ambos dispositivos midieron de manera diferente, pero, de manera consistente, las coordenadas x, y y z. En conclusión, los dispositivos no deben usarse indistintamente para determinar la eficiencia del sueño y el movimiento durante el sueño en estudiantes universitarios dada la falta de validez convergente.

Objetivo: Caracterizar los patrones de sueño de atletas universitarios en función de su etapa de entrenamiento y deporte

Meta 1: Medir los patrones de sueño de al menos 110 deportistas universitarios de diferentes deportes al iniciar su periodo de entrenamiento, durante el mayor pico de carga y durante la puesta a punto

Actividades realizadas y resultados

La suspensión de los entrenamientos regulares de los deportistas por la situación sanitaria ante el covid-19 impidió el lograr analizar los patrones de sueño según la etapa de entrenamiento. Se logró caracterizar los patrones de sueño de 115 deportistas al inicio de su etapa de preparación (atletismo 11, natación 15, taekwondo 13, fútbol 34, baloncesto 25, voleibol 17). La eficiencia del sueño varía según el deporte y el sexo ($f=3.54$, $p=.005$), las mujeres ($85.65 \pm 3.94\%$) evidenciaron una mayor eficiencia que los hombres ($79.07 \pm 7.27\%$), se presentaron diferencias estadísticas entre hombres y mujeres en la natación, el fútbol y el baloncesto. El tiempo total en cama (7.76 ± 0.89 horas), no se influenciado por el deporte practicado ni el sexo ($f=2.16$, $p=.065$). No obstante, el tiempo total de sueño difiere según el deporte y el sexo ($f=3.28$, $p=.009$), las mujeres que practican baloncesto y natación tienen más horas de sueño que los hombres. El tiempo en despertar luego de inicio del sueño también es diferente según el deporte y el sexo ($f=3.01$, $p=.014$), en la natación, el fútbol y el baloncesto, se prolonga el momento en despertar por parte de los hombres. La cantidad de despertares ($f=4.22$, $p=.042$), y la duración promedio de los despertares ($f=9.83$, $p=.002$) es mayor en los hombres que en las mujeres independientemente del deporte practicado.

Nuevos objetivos propuestos

CRONOGRAMA

NÚMERO DE TAREA	NOMBRE	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL
1	Objetivo 1	06/08/2018	06/08/2019
2	Objetivo 2	01/01/2019	10/07/2020

Anexos de Renovación/Ampliación

Aunque no se logró completar el objetivo 2 del proyecto, la incertidumbre del momento en el cual se regularán las actividades presenciales en la Universidad de Costa Rica y por ende los entrenamientos regulares de sus equipos deportivos, es la razón por la cual no se solicita la ampliación de la vigencia del proyecto.

Presupuesto: No

Ampliación: No

Documentos no disponibles.

TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

PUBLICACIONES

TÍTULO	TIPO	AUTOR	FECHA
No hay datos disponibles			

DIFICULTADES ENCONTRADAS

Anotaciones:

La incertidumbre inicial con los resultados obtenidos en el primer objetivo fueron solucionadas mediante la asesoría de la Escuela de Estadística e Ingeniería Eléctrica. Se reconoce la colaboración de los estudiantes Joshua Salazar Obando, Andrea Vargas Montero, así como de los profesores Ricardo Alvarado Barrantes y Francisco Siles Canales. La asesoría recibida permitió finalizar el manuscrito que está siendo revisado en la revista "*Measurements in Physical Education & Exercise Science*"

Debido a la situación sanitaria generada por el covid-19, la suspensión de las actividades presenciales en la Universidad de Costa Rica y por ende los entrenamientos de los equipos deportivos de representación imposibilitó el culminar satisfactoriamente el segundo objetivo del proyecto, no obstante la caracterización de los patrones de sueño al inicio de la etapa de preparación permitirá elaborar un artículo descriptivo.

EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA

EQ	PARTIDA	ASIGNADO	AUMENTOS Y AMPLIACIONES	DISMINUCIONES Y DEDUCCIONES	EGRESOS	DISPONIBLE
0	No hay datos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

EJECUCIÓN HISTÓRICA PRESUPUESTARIA

PARTIDA	ASIGNADO	AMPLIACIONES	DISMINUCIONES	EGRESOS
No hay datos disponibles				

¿Contó con financiamiento externo?

No

¿Contó con exoneración del fondo de desarrollo institucional (FDI)?

No

Indique los beneficios obtenidos del plan de inversión

CONCLUSIONES

Anotaciones:

El desarrollo del primer objetivo permitió concluir que el polisomnógrafo Nox t3 y los acelerómetros ActiGraph wGT3X-BT, no son intercambiables con el objetivo de medir la eficiencia del sueño. De acuerdo a la evidencia reportada en la literatura, el dispositivo Nox t3, al evaluar variables la apnea del sueño, la saturación de oxígeno y los movimientos periódicos de las extremidades durante el sueño es utilizado como valor de referencia en la evaluación clínica. Al utilizar el ActiGraph wGT3X-BT se debe tener en cuenta que este dispositivo mide de manera consistente, pero registra menores valores de eficiencia respecto al Nox t3. El desarrollo del primer objetivo generó un artículo que actualmente se encuentra en revisión editorial por parte de la revista "*Measurements in Physical Education & Exercise Science*".

Aunque no se pudieron analizar los patrones de sueño según la etapa de preparación de los deportistas, se lograron describir la eficiencia, el tiempo en cama, la duración del sueño, el tiempo en despertar luego del inicio del sueño, la cantidad de despertares y la duración promedio de los despertares, de atletas universitarios de seis disciplinas deportivas según el sexo. Se preparará un

artículo con los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS Y APÉNDICES

Título: Manuscrito en revisión

Descripción: Producto objetivo 1

[Descargar adjunto](#)

Título: Resumen resultados objetivo 2

Descripción: Evidencia objetivo 2

[Descargar adjunto](#)