



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE EDUCACIÓN DE SORIA

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis de la evolución de la fatiga en atletas de alto rendimiento durante una etapa competitiva

Presentado por: Moisés Muñío Maqueda

Tutelado por: Miguel Ramírez Jiménez

Soria, Julio 2024

Resumen

El objetivo de este trabajo fue Analizar la evolución de la carga de trabajo y la fatiga durante una etapa competitiva en un grupo de atletas de velocidad de alto rendimiento. En este estudio participaron 12 atletas velocistas de alto rendimiento que compiten al máximo nivel nacional. La intervención tuvo una duración de 9 semanas que comenzó con la semana del lunes 4 de marzo y terminó con la semana del lunes 29 de abril. Durante estas 9 semanas se monitorizaron las variables de carga interna (sesión RPE) y carga externa (volumen de metros) de entrenamiento. Además, también fueron monitorizadas 4 variables de que muestran fatiga (calidad del sueño, fatiga, estrés y dolor muscular) a través de un cuestionario wellnes, de las cuales pudimos extraer el Hooper Índice. También fueron monitorizadas las horas de sueño de cada atleta. El análisis ANOVA, reveló como resultados un aumento del Hooper Índice en el bloque de realización donde se situaban las competiciones, es decir que la fatiga general aumento durante este bloque. Se encontró diferencias significativas en esta variable entre el bloque de transformación $14,8 \pm 3,3$ (UA) y la realización $16,5 \pm 2,2$ (UA) ($p = 0,04$), además de encontrar diferencias significativas en la calidad del sueño entre el bloque de transformación $1,9 \pm 0,7$ (UA) y el de realización $2,4 \pm 0,7$ (UA) ($p = 0,05$) y también entre el bloque de Acumulación $2,1 \pm 0,8$ (UA) y el de Realización $2,4 \pm 0,7$ (UA) ($p = 0,02$), en la variable de fatiga encontramos un cambio significativo entre el bloque de transformación $2,2 \pm 0,7$ (UA) y el de realización $2,6 \pm 0,8$ (UA) ($p = 0,02$) y en la variable de dolor muscular hay un cambio significativo de nuevo entre el bloque de Transformación $2,2 \pm 0,7$ (UA) y el de Realización $2,6 \pm 0,8$ (UA) ($p = 0,01$). Los resultados del análisis concluyen que la fatiga fue mayor durante el bloque de realización y menor durante el bloque de transformación, mientras que el bloque de acumulación se quedó en un nivel intermedio entre los dos.

Palabras clave

Entrenamiento; fatiga; atletismo; monitorización de la carga; cuantificación del entrenamiento; periodización por bloques; ATR.

Abstract

The aim of this work was to analyse the evolution of workload and fatigue during a competitive stage in a group of high performance sprint athletes. Twelve high-performance sprinters competing at the highest national level participated in this study. The intervention lasted 9 weeks starting with the week of Monday 4 March and ending with the week of Monday 29 April. During these 9 weeks the variables of internal load (RPM session) and external load (volume of meters) of training were monitored. In addition, 4 variables showing fatigue (sleep quality, fatigue, stress and muscle pain) were also monitored through a wellness questionnaire, from which we were able to extract the Hooper Index. The hours of sleep of each athlete were also monitored. The ANOVA analysis revealed an increase in the Hooper Index in the realization block where the competitions took place, i.e. general fatigue increased during this block. Significant differences were found in this variable between the transmutation block 14.8 ± 3.3 (AU) and the realization block 16.5 ± 2.2 (AU) ($p = 0.04$), in addition to finding significant differences in the quality of sleep between the transmutation block 1.9 ± 0.7 (AU) and the realization block 2.4 ± 0.7 (AU) ($p = 0.05$) and also between the Accumulation block 2.1 ± 0.8 (AU) and the realization block 2.4 ± 0.7 (AU) ($p = 0.02$), in the fatigue variable we found a significant change between the Transmutation block 2.2 ± 0.7 (AU) and the realization block 2.6 ± 0.8 (AU) ($p = 0.02$), 7 (UA) and Realization 2.6 ± 0.8 (UA) ($p = 0.02$) and in the muscle pain variable there is a significant change again between the Transmutation block 2.2 ± 0.7 (UA) and Realization 2.6 ± 0.8 (UA) ($p = 0.01$). The results of the analysis conclude that fatigue was highest during the realization block and lowest during the transmutation block, while the accumulation block was at an intermediate level between the two.

Key words

Training; fatigue; athletics; load monitoring; training quantification; block periodization; ATR.

INDICE

Resumen.....	3
Abstract	4
Introducción	8
Marco Teórico	10
Factores de Rendimiento Claves.....	10
Factores de Rendimiento Antropométricos.....	10
Factores de Rendimiento Físicos	11
Factores de Rendimiento Biomecánicos y técnicos.	13
Factores de Rendimiento Nutricionales.	13
Modelos de Planificación del Entrenamiento	14
La Fatiga en el Deportista	18
Objetivos e Hipótesis	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
Hipótesis	23
Métodos y Materiales.....	24
Participantes	24
Criterios de Inclusión	24
Criterios de Exclusión	24
Descripción de la Planificación de Entrenamiento	24
Protocolo Experimental	25
Valoración y Cuantificación de la Fatiga Subjetiva de los Deportistas	25
Análisis Estadístico	27
Resultados	28
Participantes	28
Evolución de la Carga Externa de Entrenamiento	29
Evolución de la Carga Interna de Entrenamiento	29
Evolución de la Calidad y Duración del Sueño	30
Evolución de la Fatiga	31
Evolución del DOMS (Dolor Muscular).....	32
Evolución del Estrés	32
Discusión.....	35
Evolución de la Carga de Entrenamiento Durante el Proceso de Entrenamiento	35
Evolución de la Carga de Trabajo a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento.....	35

Evolución de la Calidad y Duración del Sueño a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento	36
Evolución de la Fatiga a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento	36
Evolución del Estrés a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento	36
Evolución del Dolor Muscular a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento.....	37
Evolución del Hooper Índice a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento	37
Conclusiones	38
Limitaciones del Estudio.....	39
Futuras Líneas de Investigación.....	39
Referencias Bibliográficas	41
Anexo 1	47
Anexo 2.....	48
Anexo 3.....	49
Anexo 4.....	50

Introducción

La cuantificación de las cargas de entrenamiento y la fatiga provocada por el mismo es un factor importante que analizar para prevenir la aparición de la fatiga en el deportista, que ponga en peligro su rendimiento y su salud.

Por ello, la monitorización de las cargas de entrenamiento (externa e interna) y las diferentes variables wellnes (calidad del sueño, fatiga, estrés y DOMS -dolor muscular-) se vuelve una tarea importante para optimizar su entrenamiento y rendimiento, así como asegurar su salud.

El monitorizar la carga de entrenamiento, puede tener una explicación científica a los cambios en el rendimiento (Halsen, 2014).

El estado de fatiga del atleta, se puede medir a través de cuestionarios wellnes como el que proponen (Hooper & Mackinnon, 1995), en los cuales se analizan factores como son la fatiga, la calidad del sueño, el DOMS (dolor muscular) y el estrés.

Estos datos de bienestar y fatiga que se recogen a los atletas sirven para analizar y valorar como afectan las diferentes cargas de entrenamiento y competiciones a los atletas.

Por ello, estos datos son muy interesantes de analizar con nuestros atletas, para poder maximizar los efectos positivos del entrenamiento como la mejora del rendimiento, el no caer en un estado de fatiga o el bienestar general del atleta y minimizar los efectos negativos del entrenamiento como la acumulación de una fatiga excesiva o el caer ante una lesión causada por el sobre entrenamiento (Gabbett et al., 2017).

El conseguir realizar una buena monitorización de las cargas de entrenamiento y de las variables wellnes mencionadas anteriormente y un posterior análisis de las mismas, contribuye directamente a que el atleta asimile correctamente las cargas, provocando una mejora directa en su rendimiento y asegurarte de que se realiza un correcto balance entre la recuperación y el estrés que provoca el entrenamiento (Kellmann et al., s. f.)

Por ello, en la literatura científica encontramos muy pocos datos sobre como interactúa la carga de entrenamiento sobre la fatiga y el bien estar de los atletas.

Nuestro objetivo fue realizar un análisis de la fatiga y bien estar durante una etapa de ATR, con duración de 9 semanas, divididas en 3 bloques, el primero de acumulación con una duración de dos semanas, el segundo de transformación de 3 semanas y el último, el de realización que tuvo una duración de 4 semanas en las que se realizaron 2 competiciones.

Así pues, nos centramos en analizar como fluctuaban los datos de la escala wellnes (calidad del sueño, fatiga, estrés y DOMS) en función de la carga de entrenamiento (carga interna y carga externa) relacionada con el bloque en el que nos encontrábamos de esta etapa de ATR.

Para ello contamos con un grupo de atletas de velocidad de alto rendimiento, al cual les monitorizamos estas 9 semanas de entrenamiento, contralando las variables descritas anteriormente antes y después de cada entrenamiento que realizaban.

Marco Teórico

En el atletismo, especialmente en la modalidad de velocidad y saltos que es en la que nosotros vamos a intervenir, existen una serie de factores de rendimiento que van a determinar el éxito deportivo como la morfología corporal y antropometría del atleta, cualidades físicas como la fuerza, la explosividad, la velocidad, como la técnica específica en cada prueba, como los apoyos o saltos.

La correcta combinación de todos estos factores de rendimiento durante el proceso de entrenamiento hace que el atleta progrese y mejore su rendimiento físico-deportivo para poder alcanzar sus objetivos.

Sin embargo, este proceso de entrenamiento y la competición generan fatiga, tanto aguda como crónica, que debe ser medida, cuantificada y analizada de manera adecuada con el objetivo de poder ajustar la carga de entrenamiento y programar los descansos oportunos que vayan a garantizar la recuperación óptima del atleta.

Factores de Rendimiento Claves

Factores de Rendimiento Antropométricos

Peso.

El peso de las atletas femeninas ronda aproximadamente entre los 56,8 kg y los 61,4 kg y de los atletas masculinos entre 71,5 kg y 76,3 kg (Santos et al., 2014)

Composición Corporal.

La composición de los deportistas es muy importante en función de su deporte o su modalidad. En este caso los atletas velocistas tienen unas características bastante definidas por lo general. Los sprinters, suelen ser delgados y musculados. En este caso, sprinters y saltadores tienen unas composiciones corporales de gran similitud (Hirsch et al., 2016).

Altura.

Según (Malina et al., 1971), la altura de velocistas y saltadores es una estatura media y por lo general los saltadores suelen tener tendencia a ser un poco más altos, aunque no llegan a ser tan altos como los lanzadores.

Las atletas femeninas suelen rondar entre los 164,1 cm y los 168,6 cm y los atletas masculinos pueden estar entre los 180,1 cm y los 184,2 cm (Santos et al., 2014).

IMC (Índice de Masa Corporal).

El índice de masa corporal es una medida que resulta de la división del peso (kg) entre la altura (m) elevada al cuadrado.

Estos atletas, en el caso de la categoría femenina ronda entre los 20,8 kg/m² y los 21,8 kg/m² y en categoría masculina esta entre 21,7 kg/m² y 22,8 kg/m² (Santos et al., 2014).

Medida de Pierna.

En cuanto a la medida de la pierna, aquí sí que tenemos un factor físico interesante y posiblemente determinante en el mayor de los casos entre los velocistas y los saltadores y es que sí que se aprecian diferencias entre la medida de pierna de los saltadores, que es notablemente más larga que la de los velocistas (Malina et al., 1971).

Factores de Rendimiento Físicos

Velocidad.

La velocidad es uno de los factores claves en el atletismo de velocidad, ya que es la capacidad en la que se basa este deporte. La velocidad es un factor de rendimiento que se puede dividir en 3 fases (Haugen et al., 2019) que describimos a continuación:

- **Aceleración:** uno de los componentes importantes de la velocidad es la aceleración, que es la habilidad de generar velocidad desde una posición de parado o en movimiento (Lockie et al., 2011) y aun cabe más importancia en modalidades como la velocidad en pista en la que es uno de los factores determinantes. Esta fase, además se puede dividir en 3, la fase inicial (salida de tacos y reacción), la media y la final (Haugen et al., 2019).
- **Velocidad máxima:** la velocidad máxima se puede alcanzar entre una medida justa de amplitud de zancada y una frecuencia exacta que permita alcanzar esa velocidad máxima (Economou et al., 2021). En general, la velocidad máxima está muy relacionada con el rendimiento en las pruebas de velocidad, por lo que los mejores atletas consiguen acelerar durante una distancia más larga (Haugen et al., 2019).
- **Resistencia a la velocidad:** es otro de los factores claves en las pruebas de velocidad, ya que la máxima velocidad no es suficiente para llegar hasta el final y siempre hay un decrecimiento de la velocidad en los últimos metros de una carrera de 100 metros ya que la vía anaeróbica aláctica no dura más de 6-8 segundos (Pallarés, 2012). Además esta deceleración siempre viene acompañada de una reducción de la amplitud de zancada, por lo que mantener una correcta técnicas de carrera, nos hará mejorar en este subapartado de la velocidad (Haugen et al., 2019).

Fuerza.

El entrenamiento de fuerza y potencia tienen una gran importancia en el rendimiento de los deportistas de velocidad y sobre todo el trabajar con altas cargas, que aunque no da efectos inmediatos, sí que produce mejoras en la velocidad del atleta (Haugen et al., 2019).

- Fuerza máxima: para adquirir niveles de fuerza máxima superiores, lo ideal según (DeWeese et al., 2015) los entrenamientos de alta intensidad y bajo volumen tienen un mayor efecto en el desarrollo, entre otros, de la fuerza máxima crucial para un atleta de velocidad.
- Fuerza explosiva elástica refleja: la mayor velocidad que un cuerpo puede alcanzar, coincide con el menor tiempo de apoyo en el suelo, por lo que tener una gran capacidad reflejo explosiva es crucial para las pruebas de velocidad y saltos. (Economou et al., 2021)

Resistencia.

En las modalidades de velocidad, la resistencia se presenta de manera muy reducida y con manifestaciones específicas en algunas pruebas. La resistencia a la velocidad es el componente que los atletas deben trabajar para optimizar su rendimiento en los metros finales de una carrera.

- Capacidad anaeróbica láctica: esta capacidad puede ser definida como gasto energético total requerido por un esfuerzo máximo, sin ningún tipo de distribución de la fatiga (Pallarés, 2012) con una duración entre 30 segundos y 1 minuto, por lo que es una duración que está presente en varias de nuestras pruebas, como el 400 metros lisos y el 400 metros vallas.
- Potencia anaeróbica láctica: la potencia anaeróbica láctica, al contrario que la capacidad anaeróbica láctica, es la potencia máxima que se puede desarrollar durante los primeros segundos (2"-5") de un test cíclico máximo (Pallarés, 2012), por ello, también un factor importante en nuestras pruebas.

Flexibilidad y Amplitud Movimiento.

Es un factor de rendimiento clave de nuevo, ya que la velocidad máxima es alcanzada a través de una optimización entre amplitud de zancada y la frecuencia de las zancadas (Economou et al., 2021), por lo que poder realizar esa amplitud de zancada con su mayor optimización es clave en el rendimiento del atleta.

Factores de Rendimiento Biomecánicos y Técnicos.

En la modalidad del atletismo de velocidad y dentro de sus modalidades existen diferentes factores biomecánicos y técnicos que son determinantes en el resultado final. A continuación, comento los más relevantes para los atletas que participan en este estudio:

- SALIDA DE TACOS: en las carreras de velocidad como por ejemplo los 100 metros lisos, 100 y 110 metros vallas, 200 metros lisos e incluso (aunque en menor medida) 400 y 400 metros vallas, la salida de tacos y los dos primeros apoyos son determinante en el resultado (Valamatos et al., 2022).
- Paso de vallas: existen 2 pruebas de vallas, el 400 metros vallas, en las que la altura de la valla es menor, por lo que la técnica de paso de vallas es menos influyente que en el 110 metros vallas, donde el paso de valla es crucial para lograr el máximo rendimiento en esta prueba (Sidhu & Singh, 2015).

Factores de Rendimiento Psicológicos

Además de los factores mencionados anteriormente, según (Thomas et al., 1983), en las modalidades de velocidad y de saltos, la parte psicológica en el atleta puede afectar hasta un 80% la variabilidad del resultado.

El apartado psicológico que afecta al deportista va a variar en función del tipo de deporte (individual o en equipo), la duración de la actividad (larga o corta duración), el nivel al que se compita (alto rendimiento o recreación)(Lochbaum et al., 2022). Estos factores también son determinantes para saber el grado de importancia que tiene el factor psicológico en un deportista.

Los factores fisiológicos que más pueden afectar en el rendimiento de nuestros atletas, según (Vysochina & Vorobiova, 2019), son los factores volitivos, psicofisiológicos y motivacionales de nuestros atletas, por lo que tendríamos que trabajar expresamente en ellos.

El factor psicológico, también puede ser determinante en el rendimiento de los atletas ya que lo que van a provocar es un menor descanso, una menor asimilación del entrenamiento y va a provocar que el atleta tenga problemas psicológicos como la depresión (Kellmann et al., s. f.). Esto nos deja claro que el aspecto psicológico es mucho más importante de lo que parece y que realmente podemos observar que hay diferencias.

Factores de Rendimiento Nutricionales.

En una disciplina como el atletismo, es fundamental comprender el proceso de obtención de energía que utiliza el cuerpo para realizar las acciones requeridas.

Una de las fuentes más importantes de energía en las pruebas de velocidad es el sistema ATP-CP (Adenosín Trifosfato y Fosfocreatina), una vía de obtención de energía rápida. Este sistema es crucial en eventos como los 100 metros lisos, 200 metros lisos, 100 y 110 metros vallas e incluso en los 400 metros lisos y 400 metros vallas (Williams, 1995).

Otra fuente significativa de energía en las pruebas de velocidad es la glucólisis anaeróbica, que puede resintetizar rápidamente el ATP, produciendo ácido láctico como producto final. Esta vía es utilizada en eventos como los 400 metros lisos, después de agotar el ATP y la CP (Williams, 1995).

Por ello, nutrición es un factor clave para tener en cuenta en cuanto al rendimiento de los atletas. Deberemos cubrir las necesidades de nuestro cuerpo para poder cumplir con la producción de energía necesaria para realizar los esfuerzos de alta intensidad correctamente.

Tanto en el entrenamiento como en competición es importante tener en cuenta los niveles de hidratación. También son aspectos individuales a valorar cada uno según (Casa et al., 2019) esto depende de la sudoración y pérdida de fluidos de cada persona, pero en pruebas de velocidad y saltos, debemos de tratar de que la pérdida no sea superior a un 2% de la masa corporal.

Los atletas de velocidad, por lo general toman una mayor ingesta de energía que otras disciplinas del atletismo como el fondo o el medio fondo (Burke, 2001), ya que las vías de ATP-CP y la glucólisis anaerobia, solicitan de una mayor ingesta energética para poder producir la energía necesaria.

También hay que darle una especial importancia a la nutrición post entrenamiento o recuperadora, que es la que nos puede hacer estar listos para el día siguiente.

Modelos de Planificación del Entrenamiento

Para satisfacer las demandas de los factores de rendimiento mencionados anteriormente, el entrenador debe llevar a cabo una correcta periodización de la temporada. Durante esta periodización, es esencial dar la importancia adecuada a cada factor de rendimiento según su relevancia para el objetivo final, que es la competición.

Por ello, la forma de periodizar estos entrenamientos será clave para nuestro objetivo de trabajo, que es el análisis y la evolución de la fatiga a lo largo de una etapa. En nuestro caso, estos datos se han analizado en una periodización ATR (Acumulación, Transformación y Realización), que es la utilizada por la mayoría de los atletas hoy en día.

A continuación, argumentaremos por qué una periodización en bloques, como es el caso de la ATR, ha mejorado los niveles de fatiga en comparación con otros tipos de periodización anteriores y cómo esto ha representado un avance en el entrenamiento.

Periodización por Bloques vs Tradicional

La periodización por bloques supuso un gran cambio en los entrenamientos de los atletas, ya que tenía la capacidad de adaptarse de mayor manera a la adaptación general del ser humano (V. Issurin, 2008), lo que supuso una revolución y un avance en la periodización del entrenamiento.

En la periodización tradicional, se realizaba el trabajo simultáneo de todas las habilidades y capacidades que interesaban a cada atleta para su prueba específica. Esto generaba una fatiga excesiva en el atleta y podía conducir fácilmente al sobre entrenamiento. La transición de una periodización tradicional a una periodización por bloques comenzó con una reducción del volumen de entrenamiento de los atletas.

La principal diferencia entre una periodización por bloques y una periodización tradicional es que la periodización por bloques permite separar en segmentos las cargas de entrenamiento (V. Issurin, 2008). Esto facilita al cuerpo la asimilación del entrenamiento y, en consecuencia, una mejor adaptación al mismo.

Por ello, se comenzó a trabajar esas habilidades por separado, pero siempre con un orden lógico basado en los efectos residuales de cada capacidad. En el primer bloque de acumulación, se trabajaban capacidades como la capacidad y potencia aeróbica o la fuerza máxima, que tienen efectos residuales más prolongados y que se mantendrán en el siguiente bloque.

En el bloque de transformación, se empezaba con la capacidad anaeróbica láctica y la potencia anaeróbica láctica, las cuales tienen un efecto residual menor que las del bloque anterior. Finalmente, en el bloque de realización, se conseguían las adaptaciones requeridas en los bloques anteriores, proporcionando la base perfecta para realizar trabajos de capacidad y potencia anaeróbica aláctica, que tienen un efecto residual menor pero que se lograrán en el bloque de realización para llegar a la competición con las mayores adaptaciones.

Periodización ATR

Hace aproximadamente 30 años, entrenadores de diferentes países y diferentes deportes comenzaron a usar el modelo de periodización en bloques, caracterizado por tener una gran concentración de cargas especializadas, que se seguían unas a otras (V. B. Issurin, 2016).

Las características del modelo de periodización en bloques son:

- Los bloques están compuestos por 2-4 microciclos, que componen un mesociclo y en el que los entrenamientos van enfocados hacia la mejora de una capacidad.
- Se diferencia de los modelos tradicionales en que el modelo tradicional se trabajaban simultáneamente varias capacidades, y en el modelo de bloques, se van trabajando de una en una estas capacidades de forma consecutiva.
- Estos bloques se dividen en 3 tipos:
 - Acumulación: se centra en habilidades básicas, como la resistencia, la fuerza o la coordinación
 - Transformación: este bloque se centra más en habilidades específicas del deporte como cargas anaeróbicas, técnicas especializadas o fuerza máxima.
 - Realización: durante los periodos de realización, lo que se busca es alcanzar la super compensación de los dos anteriores periodos (acumulación y transformación), y conseguir esas adaptaciones para la competición.
- Tras la realización de los 3 bloques comentados anteriormente, durante un periodo de unos 2 meses, el objetivo es llegar a una competición con las máximas adaptaciones posibles (V. B. Issurin, 2016).

La Monitorización de la Carga de Entrenamiento.

La carga de entrenamiento en atletismo se refiere a la cantidad total de estrés físico y mental que un atleta soporta durante su entrenamiento. Esta carga puede desglosarse en dos componentes principales: la carga externa y la carga interna.

Carga Externa.

La carga externa se refiere a la cantidad objetiva de trabajo realizado por el atleta. Incluye variables medibles como la distancia recorrida, la velocidad, el número de repeticiones, el tiempo de entrenamiento y la cantidad de peso levantado.

Una muestra de los métodos con los que podríamos monitorizar la carga externa podría ser:

- GPS y acelerómetros: Para medir la distancia, la velocidad y la aceleración (Halson, 2014).
- Contadores de repeticiones y cronómetros: Para llevar un registro preciso de las repeticiones y el tiempo.

- Función neuromuscular: plataformas de fuerza para poder medir saltos o test isométricos o fotocélulas para medir la velocidad (Halson, 2014).

Carga Interna.

La carga interna se refiere a la respuesta fisiológica y psicológica del atleta al entrenamiento. Incluye factores como la frecuencia cardíaca, el nivel de lactato en sangre, la percepción del esfuerzo (RPE) y el estado de ánimo.

Como métodos para la monitorización de la carga interna tendríamos:

- Frecuencia cardíaca: Medida a través de monitores de frecuencia cardíaca, es una de las variables más habituales a medir para la carga interna (Halson, 2014).
- Concentración de lactato en sangre: Medida mediante pruebas de lactato.
- Percepción del Esfuerzo (RPE): Es una herramienta muy sencilla que, utilizando escalas como la escala de Borg (Borg, 1998), podemos conseguir una variable interna de intensidad individualizada sin necesidad de invertir altos costes (Halson, 2014).
- Cuestionarios y diarios de entrenamiento: Para evaluar el estado de ánimo, la fatiga y la percepción general del esfuerzo como la escala wellnes (Hooper & Mackinnon, 1995).
- Variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV): Para evaluar el estado de recuperación y el estrés del sistema nervioso autónomo y saber si se asimila positivamente o negativamente el entrenamiento (Halson, 2014).

En resumen, la monitorización de la carga de entrenamiento en atletismo es un proceso integral que combina la medición precisa de variables físicas y fisiológicas con una evaluación continua para optimizar el rendimiento y mantener la salud del atleta.

En disciplinas de atletismo de corta duración, la monitorización de la carga de entrenamiento es particularmente compleja debido a la brevedad y la alta intensidad de los esfuerzos, lo que dificulta la medición precisa de las cargas tanto externas como internas. En estos casos, los atletas suelen basarse principalmente en los tiempos que realizan en las series de entrenamiento. Dado que son atletas experimentados, tienen un control preciso sobre los tiempos que deben lograr en cada sesión, utilizando estos registros como principal indicador de su rendimiento y estado físico.

Por ello, herramientas como las utilizadas para la realización de este Trabajo de Fin de Grado, tales como la escala de bienestar (wellnes) o la escala de Percepción del Esfuerzo (RPE), resultan muy interesantes para la valoración del estado del atleta. Estas herramientas permiten observar cómo llega el atleta al entrenamiento o a la competición, así como evaluar el impacto del entrenamiento post-sesión.

Estos datos pueden proporcionar claves fundamentales sobre el rendimiento, o la falta de este, a través de una herramienta sencilla y una correcta valoración de la información recogida. Así, se puede optimizar el proceso de entrenamiento y prevenir posibles casos de sobreentrenamiento o fatiga excesiva.

La Fatiga en el Deportista

La fatiga en el deportista es un aspecto crucial por considerar, ya que influye significativamente en el éxito del entrenamiento y los resultados en competición. La monitorización y el análisis de la fatiga son fundamentales para asegurar un entrenamiento efectivo y alcanzar las adaptaciones deseadas.

Una definición de la fatiga podría ser la disminución de la "capacidad de generar fuerza por parte de los atletas o la incapacidad para mantener una producción requerida de fuerza" (Buzzichelli & Bompa, 2016). Además, este cansancio puede ser afectado por tensiones personales que ocurran fuera del ámbito deportivo.

En líneas generales, se distinguen dos tipos principales de fatiga que exploraremos en detalle: la fatiga central y la fatiga periférica.

Fatiga Central.

Es un tipo de fatiga que no viene en sí de los músculos, sino del sistema nervioso central (SNC), ya que este es el encargado de la transmisión neuronal, de regular los niveles hormonales y afecta al cansancio en general. De hecho, ahora se sabe con mayor certeza, que el SNC es un factor limitante en el rendimiento en mayor medida de lo que se pensaba anteriormente (Buzzichelli & Bompa, 2016).

Fatiga Periférica.

Es una incapacidad de mantener los niveles de fuerza aplicados, y puede ser causada por dos motivos, por el agotamiento de los sustratos energéticos, o por un desarrollo excesivo de la acidosis en los músculos, causada por la acumulación ácido láctico en los miocitos, que lo que produce es un bloqueo en la liberación de sustratos energéticos como el calcio y un bloqueo en la membrana de los impulsos nerviosos (Buzzichelli & Bompa, 2016) lo que produce una debilidad en la contracción muscular e impide generar la fuerza y potencia esperada.

Valoración de la Fatiga

El control de la fatiga es imprescindible para saber si un atleta se está adaptando de forma positiva a la carga de entrenamiento. Gracias a este control de la fatiga, podremos evitar el sobre entrenamiento, las lesiones y enfermedades (Thorpe et al., 2017).

Para la valoración de la fatiga, podemos usar varios test, estos pueden ser de dos tipos, los test objetivos y los test subjetivos.

Los test subjetivos de fatiga se centran en la percepción personal del deportista, los test objetivos utilizan mediciones físicas o fisiológicas para evaluar de manera más precisa y cuantificable el nivel de fatiga experimentado. Ambos tipos de test son complementarios y útiles para una evaluación integral del estado de fatiga en los deportistas.

Test Objetivos Para la Valoración de la Fatiga

Los test objetivos son una forma muy interesante de poder analizar el estado de fatiga del atleta, sabiendo de manera fisiológica y directa el estado del cuerpo del atleta.

Para ello, podríamos realizar varios test objetivos para la valoración de la fatiga, a continuación, menciono algunos de los más interesantes:

- Test de salto (CMJ) en el que podemos comparar la altura de salto sin fatiga y realizar un salto en momentos de posible fatiga para comprobar la diferencia que hay entre un salto y otro y valorar si es significativa la diferencia para decir si existe fatiga o no.
- Test de velocidad de reacción, que son test fáciles de usar en el campo, simplemente con un dispositivo móvil y además no son pruebas invasivas y de bajo coste. Además, este tipo de test, más específico para la fatiga central, puede ser de los primeros predictores del sobre entrenamiento.

Los saltos y los test de velocidad de reacción, son una buena manera de valorar la fatiga comparando los datos de pocos días antes de la carrera con datos máximos obtenidos en ese test (Thorpe et al., 2017).

- La variabilidad de la frecuencia cardíaca es otro test objetivo, que consiste en medir el tiempo entre un latido y otro, lo que refleja la función de sistema nervioso autónomo. Estas mediciones pueden ser variadas dependiendo de la hora del día, posición del atleta... por lo que es un test que debería contrastarse con otros más. Es un test que evalúa la función autónoma del cuerpo humano, que depende del sistema nervioso autónomo (Halson, 2014).
- Las medidas de saliva es otro test, uno de los más precisos, que lo que hacen es medir sustancias que pueden concentrarse en la saliva, como el cortisol o la testosterona, y ver la variación que tienen tras el entrenamiento. Estos test no han sido examinados para cuantificar la carga interna de forma regular o a diario (Halson, 2014).

Test Subjetivos Para la Valoración de la Fatiga

Los test subjetivos para la valoración de la fatiga son muy interesantes, ya que la mayoría se caracterizan por tener bajo coste y ser muy útiles en el trabajo de campo.

Son una herramienta muy eficaz para valorar la fatiga a diario, ya que existen una gran variedad para poder adaptarse mejor a las necesidades de cada deporte o de cada entrenador.

Algunos de estos test subjetivos para valorar la fatiga son:

- Escala wellnes (Hooper & Mackinnon, 1995) es un test para la valoración de la fatiga en el que se controlan 4 variables que pueden indicar fatiga. Estas variables son la fatiga general, la calidad del sueño, el estrés y el DOMS (Dolor Muscular), las cuales si las monitorizamos y después las analizamos correctamente son indicadores para detectar la fatiga. Esta escala habitualmente se mide en una escala Likert de 1 a 7 puntos, en la que 1 es muy muy bajo y 7 es muy muy alto, en el caso de la fatiga, el estrés y el dolor muscular y en el caso de la calidad el sueño, 1 es muy muy mal y 7 muy muy bien (Clemente et al., 2017).
- Sesión RPE, es una medida de carga interna, la cual la recogemos a través de la escala de Borg (Borg, 1998), con una escala Likert de 1 a 10, en la que 1 es un esfuerzo muy ligero y 10 es un esfuerzo máximo (Clemente et al., 2017).
- Cuestionario POMS que evalúa el estado de ánimo y el rendimiento deportivo, que consta de 65 ítems a contestar.

Según (Meeusen et al., 2013) lo difícil de diagnosticar un sobre entrenamiento, es saber el punto de partida de ese sobre entrenamiento.

También es muy difícil saber cuándo ha sido una fatiga crónica de una fatiga aguda, deberíamos de poder diferenciarlas para tratarlas de diferentes maneras.

La Acumulación de la Fatiga en el Deportista: Diferencias Entre “Overtraining” y “Overreaching”

Todo entrenamiento acarrea una sobre carga en el atleta, pero nuestros problemas pueden aparecer cuando acumulamos una sobre carga con una mala recuperación, lo que da una situación propicia para la aparición de fatiga (Meeusen et al., 2013)

Esta fatiga se vuelve más importante cuando el atleta comienza a tener problemas de salud o vemos que su rendimiento disminuye de forma inesperada.

La fatiga del deportista puede tener varias fases, mostrando síntomas similares, pero de mayor o menor gravedad. Esto nos permite poder diferencia 2 tipos de fatiga, que son el “overtraining” (sobre entrenamiento) y el “overreaching” (sobre carga).

- “Overtraining” es la acumulación de estrés a causa del entrenamiento o de otros factores que provoca una disminución a largo plazo del rendimiento con o sin síntomas fisiológicos y psicológicos y que se puede tardar varias semanas o meses en recuperarse (Meeusen et al., 2013).
- “Overreaching” se trata de una de una acumulación de estrés causada por el entrenamiento o no y que provoca una disminución a corto plazo del rendimiento, con o sin signos fisiológicos o psicológicos y que su recuperación puede tardar desde unos días hasta varias semanas.

Como comentan en (Morgan et al., 1987), con test subjetivos, que en su caso usan el POMS, podemos generar conclusiones sobre el sobre entrenamiento a partir del estado de ánimo o el estado de salud mental del atleta. Y con ello han demostrado que test como estos tienen un 80% de fiabilidad en el diagnóstico del sobre entrenamiento, sin dejar de lado los test objetivos que también nos dan valores muy importantes para este diagnóstico.

Los test de medición subjetivos como la sesión RPE y la escala wellnes, son herramientas muy útiles para la detección precoz de un sobre entrenamiento o un estado de fatiga aguda del atleta (Urhausen & Kindermann, 2002). Por ello vemos que, de forma sencilla y rápida, gracias a estos cuestionarios podemos tener información importante a analizar y tener presente a la hora de entrenar con nuestros atletas.

Por ello, tras revisar la literatura científica sobre el análisis de la fatiga en atletas y la monitorización de cargas de entrenamiento, hemos observado una escasez de estudios que aborden cómo evolucionan estas variables a lo largo de una etapa de entrenamientos según el periodo de la temporada. Esta carencia nos ha llevado a analizar el comportamiento de un grupo de atletas de velocidad de alto rendimiento durante una etapa ATR de 9 semanas en periodo competitivo. Monitorizaremos variables de fatiga como la fatiga general, el estrés, el dolor muscular y la calidad del sueño. Además, para entender mejor las fluctuaciones en estos indicadores de fatiga, también seguiremos variables de carga de entrenamiento, tanto interna (sesión RPE) como externa (volumen de entrenamiento).

Objetivos e Hipótesis

Objetivo General

- Analizar la evolución de la carga de trabajo y la fatiga durante una etapa competitiva en un grupo de atletas de velocidad de alto rendimiento.

Objetivos Específicos

- Evaluar la evolución de la fatiga percibida (sueño, fatiga, dolor muscular y estrés) por los atletas durante los bloques de entrenamiento previos a una competición.
- Analizar la carga de entrenamiento de los atletas dentro de cada microciclo y bloque de entrenamiento.

Hipótesis

La hipótesis que se plantea en este estudio es que la fatiga inducida por la carga de entrenamiento y competición oscilará dentro de los microciclos y bloques de entrenamiento previos a la competición, tendiendo a reducirse conforme se aproxime el bloque de realización con el objetivo de optimizar el rendimiento en la competición.

Métodos y Materiales

Participantes

Los participantes de este estudio son atletas jóvenes ($20,5\pm 3,6$) pero con gran experiencia en el atletismo y competidores del máximo nivel nacional.

Las especialidades que practican dentro del atletismo son desde las pruebas combinadas, hasta pruebas de velocidad pura como el 100 y el 200 y velocidad larga como el 400, también disponemos de atletas de 400 metros vallas y saltadores de altura.

Están repartidos en 4 atletas de 400 metros vallas (3 chicos, 1 chica), 4 atletas de velocidad corta 100-200 metros lisos, (2 chicos, 2 chicas), 2 atletas de velocidad larga, 400 metros lisos (1 chica, 1 chico), 2 atletas de vallas cortas, 100 y 110 metros vallas (1 chica, 1 chico), 2 atletas de pruebas combinadas (2 chicas) y 4 atletas de salto de altura (4 chicos).

Criterios de Inclusión

Los criterios de inclusión de atletas en este estudio fueron que debían ser atletas de alto rendimiento, que compitieran en la máxima categoría a nivel nacional, ser personas sanas y tener un correcto estado de salud y que hayan aceptado el consentimiento informado para formar parte de este estudio.

Criterios de Exclusión

De todo el grupo que se logró reunir para el estudio, hubo que excluir gente a lo largo de las 9 semanas que estuvimos con ellos.

Los motivos por los que se realizaron estas exclusiones fueron:

- Abandono de los entrenamientos por lesión.
- Abandono de entrenamientos por motivos personales.
- No completar la información requerida durante días consecutivos.
- Incorporación tardía al grupo de entrenamiento.

Por este motivo, el estudio se vio reducido a un total de 12 atletas los que completaron el estudio completo y de los cuales se pudo hacer un correcto análisis de la evolución de la fatiga.

Descripción de la Planificación de Entrenamiento

La planificación seguida por estos atletas durante las 9 semanas (desde el lunes 4 de marzo de 2024 hasta el lunes 29 de abril de 2024) consistió en una etapa competitiva de ATR que incluía dos competiciones en el bloque de Realización (anexo 4).

El primer bloque, denominado de Acumulación, tuvo una duración total de 2 microciclos. El primer microciclo fue de carga, con un volumen elevado y una intensidad media-alta, enfocándose en trabajar la capacidad láctica. El segundo microciclo, denominado de impacto, redujo ligeramente el volumen mientras aumentaba la intensidad, manteniendo el enfoque en la capacidad láctica.

El segundo bloque de ATR fue el de Transformación, comenzando con un microciclo de recuperación en el que se redujo al máximo el volumen de entrenamiento mientras se mantenían las intensidades. El siguiente microciclo fue de carga, donde se aumentó nuevamente el volumen, manteniendo una intensidad adecuada para acumular los entrenamientos. Finalmente, un microciclo precompetitivo cerró este bloque, reduciendo mínimamente el volumen y aumentando un poco la intensidad, trabajando la potencia láctica y la capacidad aláctica.

El último bloque de esta etapa constó de 4 microciclos. El primero y el último fueron microciclos competitivos, en los que se redujo al máximo el volumen y se mantuvo una intensidad competitiva, enfocándose en la potencia aláctica. El segundo microciclo fue de carga, aumentando el volumen respecto a los microciclos competitivos y reduciendo la intensidad, trabajando la potencia láctica y la capacidad aláctica. El tercer microciclo, justo antes del segundo microciclo competitivo, fue precompetitivo, reduciendo nuevamente el volumen y aumentando la intensidad para trabajar la capacidad aláctica.

Una tabla descriptiva de esta información se encuentra en el anexo 4, la cual nos ayudará a comprender mejor los detalles de la planificación.

Protocolo Experimental

Valoración y Cuantificación de la Fatiga Subjetiva de los Deportistas

La cuantificación de la fatiga inducida por el entrenamiento y la competición fue evaluada utilizando la escala wellnes de (Hooper & Mackinnon, 1995). Dicha escala que recogía datos sobre la calidad del sueño, la cantidad de estrés del atleta, la fatiga que tenía ese día el atleta o el dolor muscular del mismo. Esta escala se rellenaba a diario antes de comenzar con el entrenamiento.

Se realizaba una valoración con una escala Likert del 1 al 7, siendo 1 máxima calidad del sueño, mínimo estrés del atleta, mínima fatiga y mínimo dolor muscular y 7 mínima calidad de sueño, máximo estrés, máxima fatiga y máximo dolor muscular.

Gracias a esta tabla (Anexo 1), tenemos una herramienta que nos permite valorar a diario, de forma rápida y sencilla, el estado de nuestros atletas.

Estos datos fueron recogidos durante todos los días de entrenamiento de la etapa estudiada, y siempre antes del comienzo del entrenamiento, a través de la hoja de registro (Anexo 3).

Cuantificación Carga Interna de Entrenamiento

Para la valoración de la carga interna de los atletas se usó la escala de Borg modificada (Borg, 1998), es una escala ideal para calcular la carga interna de un esfuerzo de manera subjetiva.

Es una herramienta ya validada (Haddad et al., 2017), por lo que nos va a ser muy útil a la hora de poder monitorizar la carga interna de los atletas durante cada entrenamiento, ya que además, los esfuerzos que realizan los atletas son de tiempos reducidos, por lo que otro tipo de herramientas de carga interna, serían menos exactas.

Se trata de una escala de Likert de 10 puntos, siendo 1 -muy fácil; 2 -fácil; 3 -moderado; 4 - algo fuerte; 5 -fuerte; 7 -muy fuerte; y 10 -extremadamente fuerte (Foster et al., 2001).

Además, se cuantificó también la duración de cada sesión en minutos, para posteriormente, multiplicar el tiempo de sesión en minutos por el valor de sesión RPE y conseguir así nuestra carga de entrenamiento final (Foster et al., 2001). Este proceso se realizó cada día que los atletas entrenaban.

Cuantificación Carga Externa

Para cuantificar la carga externa, hemos utilizado la distancia en metros recorridos dentro de cada microciclo y bloque de entrenamiento. Este volumen de entrenamiento en metros refleja el trabajo específico realizado a alta intensidad en las repeticiones y series de sprints, excluyendo el volumen realizado durante el calentamiento y la vuelta a la calma.

Estos datos de volumen de entrenamiento fueron registrados manualmente en cada sesión, anotando las actividades realizadas por cada atleta. Posteriormente, se realizó un sumatorio de todas las series efectuadas para determinar el volumen total semanal.

Hooper Índice

El Hooper Índice es un sumatorio realizado a partir de las variables recogidas en la escala wellnes (fatiga general, calidad del sueño, estrés y dolor muscular), y que gracias a este sumatorio, podemos sacar una conclusión de las 4 variables que pueden indicar fatiga juntas (Clemente et al., 2017).

Recogida de Datos

Se realizó una planilla para la recogida y toma de datos (Anexo 3), en la que teníamos una parte que debían de rellenarla antes de comenzar el entrenamiento, que era la escala wellnes, anotando diariamente como se encontraban respecto a esas 4 variables sin tener en cuenta el entrenamiento que iban a realizar

Al terminar el entreno, de modo de post-entreno, rellenaban el RPE de la sesión, en función de lo duro que les había resultado el entrenamiento y la duración de la sesión en minutos, para después con estos datos poder sacar la carga de entrenamiento.

Esta planilla era semanal por lo que cada semana se cambiaba y se recogían datos de lunes a domingo los días de entrenamiento.

Análisis Estadístico

Todas las variables recogidas en el presente estudio se presentan como media \pm desviación estándar. Los datos fueron recogidos y analizados utilizando el software Microsoft Excel (Microsoft, USA), tras haber sido transcritos y filtrados los datos que los atletas reportaban antes y después de cada entrenamiento rellenando. Para comprobar la hipótesis de estudio, se realizó un ANOVA de un factor de medidas repetidas utilizando el software SPSS (Statistical Package for Social Sciences, Chicago, IL), comparando las variables en los bloques de acumulación, transformación y realización. Se estableció un valor de P de 0,05 para detectar cambios significativos entre las variables analizadas.

Resultados

Participantes

Los participantes en este estudio fueron finalmente 12, debido a que durante la etapa de 9 semanas se produjeron bajas por lesiones, abandono de los entrenamientos, falta de anotación de datos o tardía incorporación a los entrenamientos. De estos 12 atletas, 8 eran hombres y 4 mujeres, con una media de edad de $20,5 \pm 3,6$ años, una estatura media de $1,75 \pm 0,11$ metros, un peso medio de $66,4 \pm 9,8$ kg y un IMC medio de $21,6 \pm 1,9$ kg/m². Entre ellos, 3 atletas realizaban más de una prueba específica (combinadas), 5 se especializaban en pruebas de velocidad (100 metros lisos, 200 metros lisos y 400 metros lisos), 3 competían en 400 metros vallas y 1 era especialista en salto de altura.

Tabla 1

Población final del estudio tras aplicar criterios de exclusión.

PRUEBA	ATLETA	EDAD (años)	ESTATURA (m)	PESO (kg)	IMC (kg/m ²)
COMBINADAS	1	18	1,62	60,0	22,86
	2	14	1,67	54,0	19,36
	3	18	1,96	75,0	19,52
VELOCIDAD	4	18	1,66	56,0	20,32
	5	19	1,70	61,5	21,28
	6	23	1,80	80,0	24,69
	7	26	1,75	72,0	23,51
	8	18	1,62	51,5	19,62
VALLAS LARGAS	9	22	1,78	65,0	20,52
	10	22	1,91	79,0	21,66
	11	26	1,73	72,5	24,17
ALTURA	12	22	1,78	70,0	22,09
TOTALES	H/M	EDAD (Años)	ESTATURA (m)	PESO (kg)	IMC (kg/m ²)
	8/4	20,5±3,6	1,75±0,11	66,4±9,8	21,6±1,9

Evolución de la Carga Externa de Entrenamiento

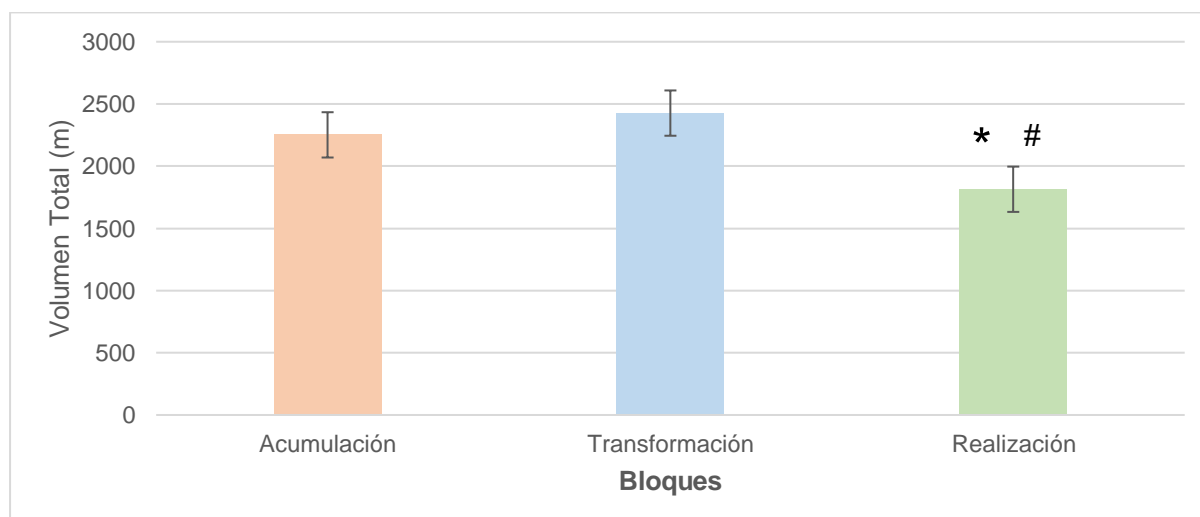
Para comenzar con los resultados, vamos a plasmar los resultados de la carga externa, es decir, del volumen total de los atletas.

Si hacemos un análisis en función de los bloques de ATR, podemos observar que se producen cambios significativos entre el bloque de transformación 2426 ± 977 metros y el de realización 1814 ± 694 metros ($p = 0,03$) y también se aprecian cambios significativos entre el bloque de acumulación 2251 ± 697 metros y el de realización 1814 ± 694 metros ($p = 0,005$).

Entre el bloque de acumulación y el de transformación, el cambio ha sido de $p = 0,22$, por lo que no ha sido un cambio significativo.

Figura 1

Evolución de la carga externa de entrenamiento (volumen) promedio durante los bloques de ATR



* Diferencias significativas entre el bloque de realización y el de transformación ($p = 0,03$).

Diferencias significativas entre el bloque de acumulación y el de realización ($p = 0,005$).

Evolución de la Carga Interna de Entrenamiento

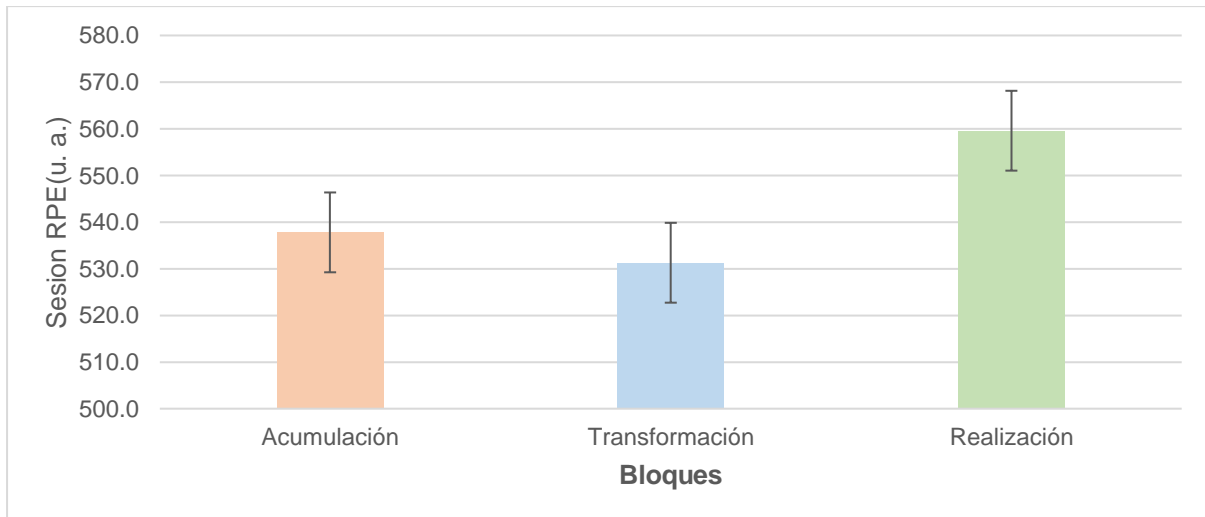
Comenzamos con los resultados de la carga interna del entrenamiento, la sesión RPE, en función de los bloques (*Figura 2*), de Acumulación, Transformación y Realización, podemos observar que es bastante homogéneo, de hecho, después de realizar el ANOVA no encontramos cambios significativos.

Pese a esto, los resultados que nos ha dado el análisis ha sido que entre el bloque de acumulación con $537,8 \pm 163,9$ (UA) y el bloque de transformación con $531,3 \pm 137,0$ (UA), existe una diferencia de $p = 0,46$. Entre en bloque de transformación y el de realización con

559,6 ± 130,5 (UA) hay una diferencia de $p = 0,24$ y entre el bloque de acumulación y realización hay un cambio de $p = 0,39$.

Figura 2

Evolución de la carga interna de entrenamiento (sesión RPE) promedio durante los bloques de ATR

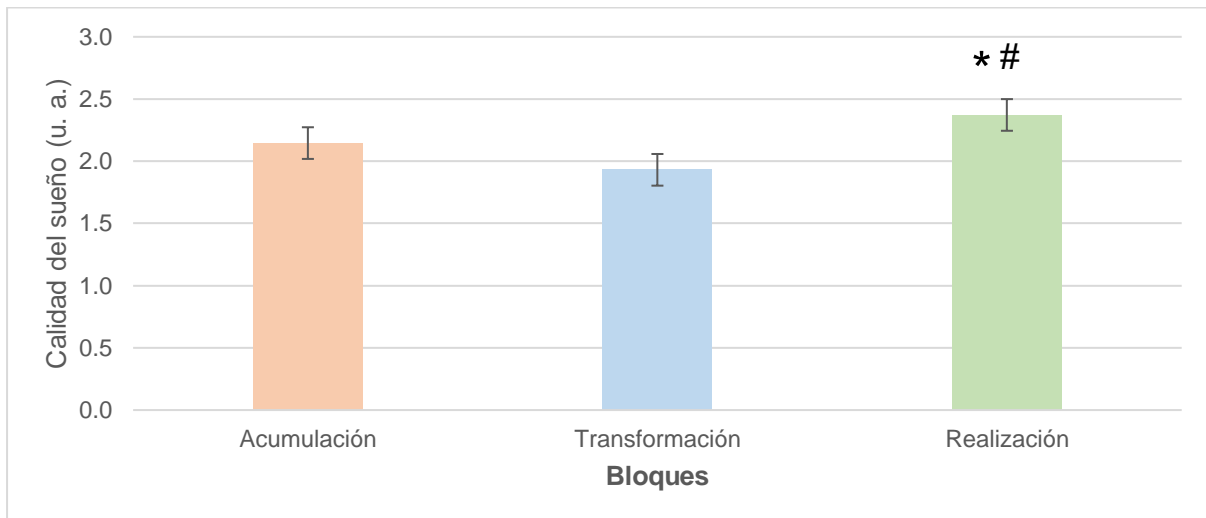


Evolución de la Calidad del Sueño

Si analizamos la calidad del sueño en función de los bloques de ATR, observamos que hay cambios significativos entre el bloque de transformación $1,9 \pm 0,7$ (UA) y el de realización $2,4 \pm 0,7$ (UA) ($p = 0,05$) y también entre el bloque de Acumulación $2,1 \pm 0,8$ (UA) y el de Realización $2,4 \pm 0,7$ (UA) ($p = 0,02$). Entre el bloque de acumulación y transformación, las diferencias no han sido significativas ($p = 0,18$), por lo que observamos que, en el bloque de Realización, la calidad del sueño ha sido peor que en los dos anteriores (*Figura 3*).

Figura 3

Evolución de la percepción de la calidad del sueño durante los bloques de ATR



* Diferencias significativas entre el bloque de transformación y el de realización ($p = 0,05$).

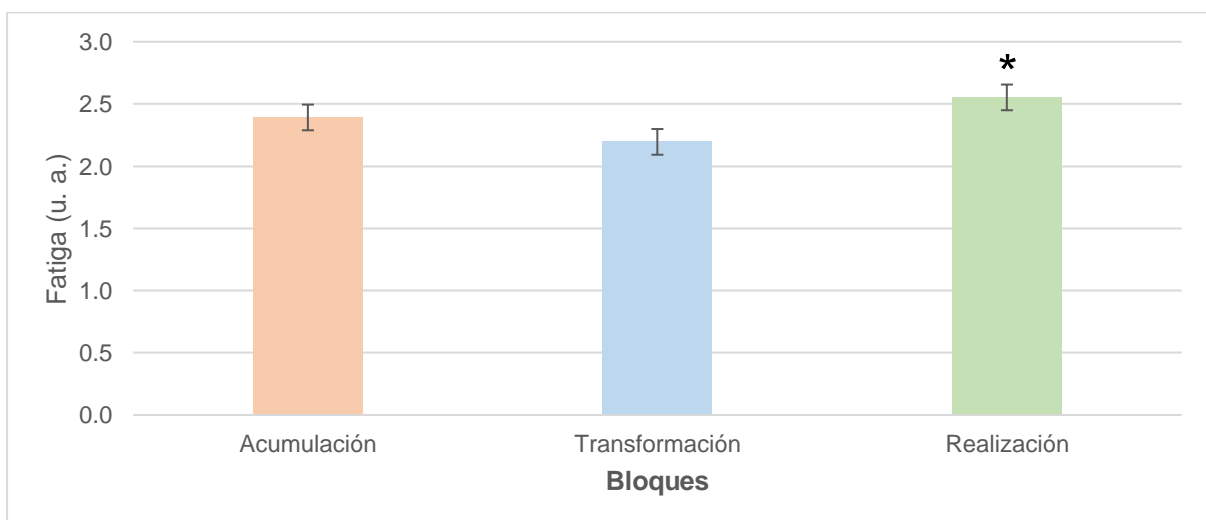
Diferencias significativas entre el bloque de acumulación y el de realización ($p = 0,02$).

Evolución de la Fatiga

Si analizamos la fatiga en función de cada bloque de ATR que nos encontramos (tabla 5), vemos que existe un cambio significativo entre el bloque de transformación $2,2 \pm 0,7$ (UA) y el de realización $2,6 \pm 0,8$ (UA) ($p = 0,02$). Entre los bloques de acumulación $2,4 \pm 1,1$ (UA) y el bloque de realización, no existen cambios significativos ($p = 0,27$), al igual que entre los bloques de acumulación y transformación, tampoco se aprecian cambios significativos ($p = 0,27$) tras realizar el análisis estadístico.

Figura 4

Evolución de la percepción de fatiga durante los bloques de ATR



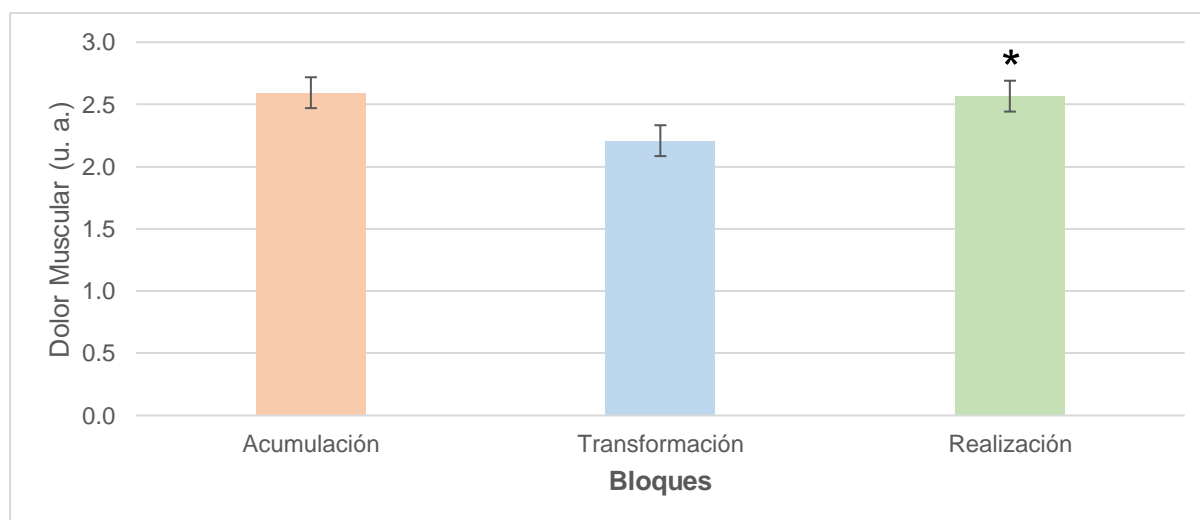
*Diferencias significativas entre el bloque de transformación y el de realización ($p = 0,02$).

Evolución del DOMS (Dolor Muscular)

Si analizamos este parámetro en función de los bloques de ATR (*Figura 5*) en el que nos encontramos, podemos observar que hay un cambio significativo de nuevo entre el bloque de Transformación $2,2 \pm 0,7$ (UA) y el de Realización $2,6 \pm 0,8$ (UA) ($p = 0,01$). Entre los bloques de acumulación $2,6 \pm 1,1$ y el de realización, no existen cambios significativos ($p = 0,45$), al igual que entre el bloque de acumulación y transformación ($p = 0,12$)

Figura 5

Evolución de la percepción del dolor muscular durante los bloques de ATR.



*Diferencias significativas entre el bloque de transformación y el de realización ($p = 0,01$)

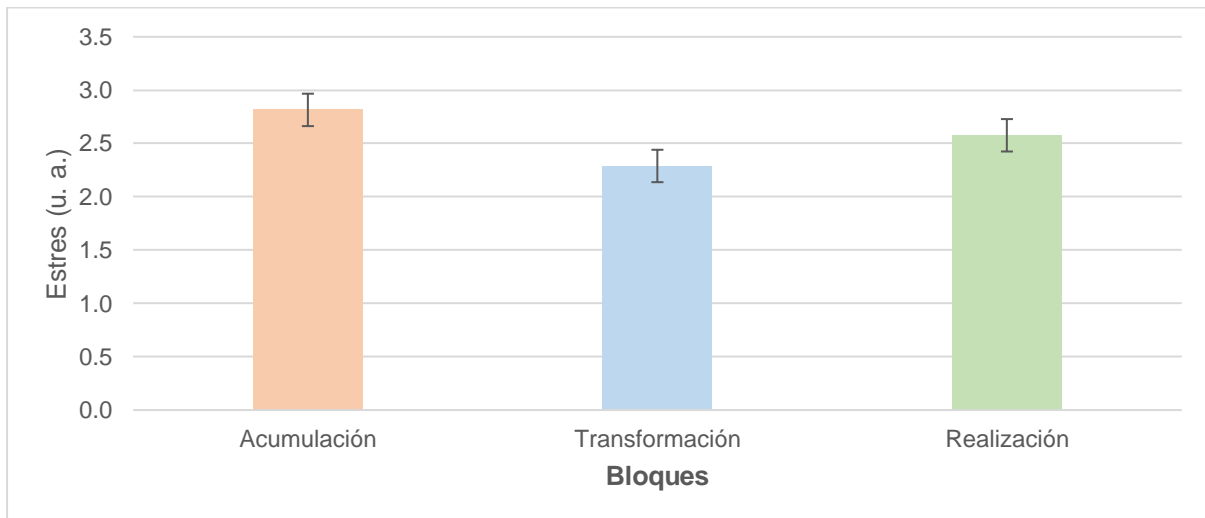
Evolución del Estrés

En cuanto al estrés, vemos que se presentan fluctuaciones en los datos, pero no tenemos ningún cambio significativo, por lo que el estrés no ha sido un factor que haya variado en exceso.

Entre el bloque de acumulación $2,8 \pm 1,2$ y el bloque de transformación $2,3 \pm 0,7$ la diferencia no ha sido significativa ($p = 0,08$), entre el bloque de transformación y realización $2,6 \pm 0,9$, tampoco ha habido cambios significativos ($p = 0,09$) y por último entre los bloques de acumulación y realización tampoco ha habido diferencias significativas ($p = 0,28$).

Figura 6

Evolución de la percepción del estrés durante los bloques ATR



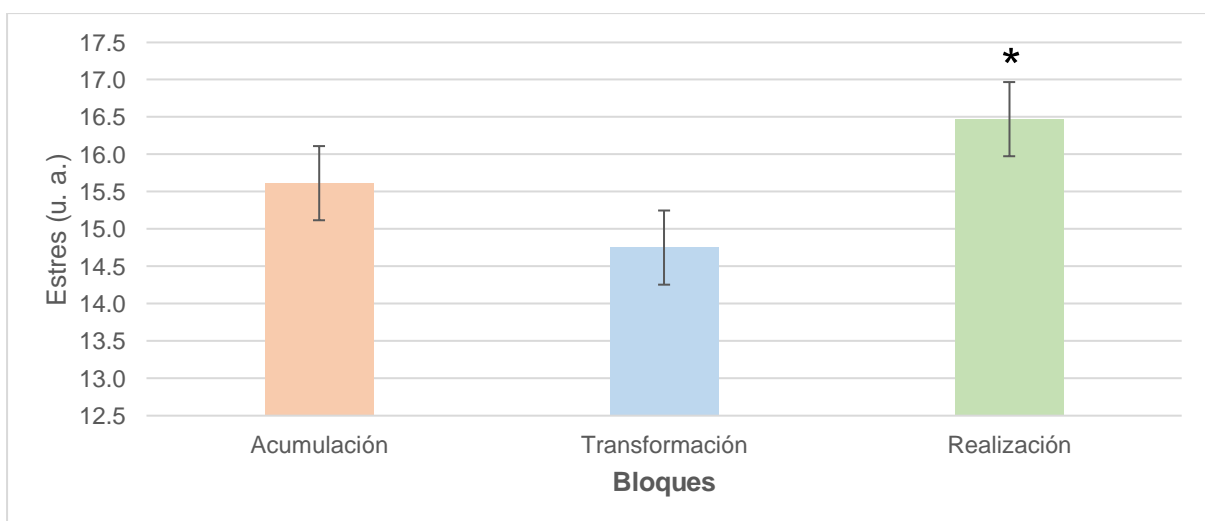
Evolución del Hooper índice

Para concluir con los datos analizados en este trabajo, recogemos el Hooper Índice, en el caso de analizarlo según los bloques de ATR, podemos observar un cambio significativo entre la transformación $14,8 \pm 3,3$ (UA) y la realización $16,5 \pm 2,2$ (UA) ($p = 0,04$).

Entre los bloques de acumulación $15,6 \pm 2,4$ y el de realización, no se aprecian cambios significativos ($p = 0,22$) al igual que entre los bloques de acumulación y transformación, que el análisis estadístico, tampoco nos ha mostrado ningún cambio significativo ($p = 0,28$).

Figura 7

Evolución del Hooper Índice durante los bloques de ATR



*Diferencias significativas entre el bloque de transformación y el de realización ($p = 0,04$).

Tabla 2

Datos recogidos de carga interna de entrenamiento (sesión RPE), carga externa de entrenamiento (volumen), variables wellnes (calidad del sueño, estrés, fatiga, dolor muscular) y Hooper Índice durante los 9 microciclos que componen la etapa de ATR.

Variables	M1-A-C	M2-A-I	M3-T-R	M4-T-C	M5-T-PC	M6-R-COMP	M7-R-C	M8-R-PC	M9-R-COMP
Calidad del sueño (UA)	2,3±0,8	1,7±0,6	1,8±0,7	2,2±1,1	1,8±0,7	2,5±1,2	2,2±0,9	2,3±1,1	2,2±0,6
Estrés (UA)	3,2±1,2	2,2±1,0	2,2±0,9	2,2±0,9	2,4±0,4	2,7±1,1	2,5±0,8	2,4±2,4	2,6±1
Fatiga (UA)	2,6±1,2	2,0±0,7	2,1±1,2	2,6±1	2,0±0,7	2,8±1,1	2,4±0,8	2,2±0,7	2,7±1
Dolor muscular (UA)	2,6±1,4	2,4±0,7	2,1±1,1	2,7±0,9	1,8±0,5	2,9±1,2	2,4±0,6	2,2±2	2,6±1
Hooper Índice (UA)	18±3,8	13,3±6,3	14,4±5,2	17,1±3,2	12,7±6,1	18,1±3,8	14,1±6,9	16,3±2,6	17,4±2,8
RPE (UA)	3,9±1,9	4,2±1,9	4±1,8	5±1,9	3,8±1,1	4,8±1,1	5,2±0,8	3,8±1,4	4,6±1,3
Volumen de entrenamiento (metros)	2301±495	2200±930	1556±634	3027±1463	2695±896	1010±492	2927±1654	2340±1011	978±298

“M1-A-C = Microciclo 1 – acumulación – carga; M2-A-I = Microciclo 2 – acumulación – impacto; M3-T-R = Microciclo 3 – Transformación – Recuperación; M4-T-C = Microciclo 4 – Transformación – Carga; M5-T-PC = Microciclo 5 – Transformación – Precompetitivo; M6-R-COMP = Microciclo 6 – Realización – Competitivo; M7-R-PC = Microciclo 7 – Realización – Carga; M8-R-PC = Microciclo 8 – Realización – Precompetitivo; M9-R-COMP = Microciclo 9 – Realización – Competitivo”

Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar la evolución de la fatiga y la carga de entrenamiento a lo largo de una etapa competitiva de un grupo de atletas de velocidad dentro de un modelo de planificación por bloques.

Los resultados de este estudio revelan que existen cambios significativos en las variables de calidad del sueño, fatiga y dolor muscular, además de ver cambios significativos en las variables de carga externa producida por el entrenamiento.

Evolución de la Carga de Entrenamiento Durante el Proceso de Entrenamiento

Durante esta etapa de ATR, la carga de entrenamiento ha sufrido variaciones tanto en la carga interna como en la carga externa. El objetivo de esta periodización ATR es alcanzar la competición en el mejor estado de forma posible. Para lograr este objetivo, es crucial considerar factores como la carga externa de entrenamiento, que implica una reducción del volumen a medida que nos acercamos a la competición, y la carga interna de entrenamiento, para controlar la percepción del esfuerzo de los atletas en cada sesión (V. B. Issurin, 2016)

Evolución de la Carga de Trabajo a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento

Si analizamos la carga de entrenamiento externa, vemos como el volumen del bloque de realización disminuye, lo que nos da una idea de que en ese bloque, se está realizando periodos de tapering pre competición, de manera que lo que se realiza es disminuir el volumen de entrenamiento (Bosquet et al., 2007), para permitirle al cuerpo unas mejores adaptaciones al entrenamiento, y llegar a la competición en las mejores condiciones posibles. Se puede reducir del 41 al 60% del volumen sin variar la intensidad del entrenamiento (Bosquet et al., 2007).

En cuanto a la carga interna, nosotros podemos observar que no se ha reducido la sesión RPE, sino que incluso ha aumentado en el último bloque de la etapa

Esto no es lo habitual, pero puede estar relacionado por una intensidad elevada de los entrenamientos y la competencia inminente (Mujika, 2009).

También según la periodización ATR (V. B. Issurin, 2016), la variable de intensidad no se reduce en el periodo de realización, sino que se mantiene o incluso puede ser superior, imitando a la de competición, por lo que la variable de sesión RPE es posible que no se vea reducida en esta etapa

Evolución de la Calidad del Sueño a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento

La calidad del sueño resulta indispensable en la buena recuperación de un deportista, ya que, si un deportista no descansa bien, no consigue recuperar de los entrenamientos, lo que le lleva a una mala asimilación de los entrenamientos y que puede derivar en una fatiga que cause problemas en su salud.

Si observamos la calidad del sueño, podemos apreciar que ha sido un sueño de peor calidad en el momento que se acercaba la competición.

Vemos que, en el bloque de realización, los atletas han reseñado que su calidad del sueño ha sido de menor calidad.

Esto, puede ser un factor psicológico que afecte a la calidad del sueño por el hecho de tener la competición en pocos días (Mujika, 2009).

Evolución de la Fatiga a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento

La fatiga percibida por el atleta es un marcador directo de su estado de fatiga general. Este indicador nos proporciona un dato crucial, ya que refleja la principal sensación de fatiga del atleta, aunque luego sea complementado con otras medidas para sacar una conclusión de si hay indicios de la aparición de fatiga o no.

Analizando la variable de fatiga, continuamos en la misma línea que en el parámetro anterior, conforme avanzamos en los bloques analizados, podemos observar cambios significativos entre el bloque de transformación y el de realización, lo cual se puede deber también al encontrarse cerca de la competición y que ello les conlleve a un mayor estrés acumulado.

Vemos que el bloque de transformación ha sido el de menor estrés, ya que también encontramos un microciclo de recuperación, el cual se ha conseguido su objetivo, que es recuperar tanto física como mentalmente.

También en (Oliveira et al., 2023), observamos que conforme nos acercamos a la competición, esa sensación de fatiga aumenta.

Evolución del Estrés a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento

El estrés es un factor crucial por considerar al analizar la fatiga, ya que puede ser determinante en la capacidad de recuperación adecuada y en el avance de las adaptaciones derivadas del entrenamiento. Además, puede contribuir a una fatiga aumentada debido a sus efectos adversos, perjudicando así al atleta.

En los resultados obtenidos en el apartado del estrés, no observamos cambios significativos a lo largo de los bloques de ATR, pero sí que se puede observar que fue mayor en el primer bloque de ATR, en el de acumulación, donde el volumen de entrenamiento es mayor al resto

de bloques, y que, en el bloque de Realización, también aumenta mínimamente respecto al de transformación, aunque de forma insignificante.

Evolución del Dolor Muscular a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento

El dolor muscular también es uno de los indicadores importantes de fatiga, sobre todo es un parámetro que nos va a alertar rápidamente de una sobrecarga (overreaching), por lo que este parámetro puede ser importante a la hora de la detección temprana de una posible fatiga. En el apartado de dolor muscular, podemos observar que la tónica se repite, y vemos que como es habitual, en los microciclos de carga, el dolor muscular aumenta, y en los microciclos de competición también.

Como se puede observar en el artículo de (Oliveira et al., 2023), el dolor muscular es superior durante la competición respecto a cualquier otro momento.

Esto es debido a un nivel de volumen elevado durante esos microciclos de carga y el aspecto psicológico durante los microciclos de competición que pueden acarrear esos síntomas de un aumento del dolor muscular.

Evolución del Hooper Índice a lo Largo de los Bloques de Entrenamiento

Finalmente, este parámetro nos proporciona una rápida visión del estado de fatiga del atleta, al realizar un sumatorio de las cuatro variables de la escala wellnes (calidad del sueño, fatiga, estrés y dolor muscular).

En relación con el índice Hooper (Hooper índice), el cual es un sumatorio de las 4 variables recogidas en la escala wellnes (calidad del sueño, fatiga, estrés y dolor muscular) por lo que nos va a dar la misma tónica que las propias variables, un aumento de la fatiga percibida general durante el bloque de realización, donde encontramos las competiciones (Clemente et al., 2017).

Conclusiones

Tal y como se comentó en la hipótesis de este trabajo, la carga de entrenamiento sufre variaciones a lo largo de los bloques y como consecuencia de estas variaciones, se producen cambios en el bienestar de los atletas, causando alteraciones en su calidad de sueño, en el estrés, la fatiga o en el dolor muscular durante esta etapa de entrenamiento.

En el modelo de bloques ATR, dependiendo de la etapa en la que nos encontramos, la carga varía, teniendo un volumen de entrenamiento mayor durante la temporada de acumulación y transformación y disminuyendo el volumen para el bloque de realización, con esta etapa de tapering como preparación de las competiciones.

Esta disminución del volumen, junto con un intensidad mantenida y similar a la competición cuanto más cerca de la misma estamos, acarean a los atletas una serie de cambios internos.

Estos cambios, han sido analizados en su evolución a lo largo de los tres bloques que comprendían la etapa de ATR con una duración de 9 microciclos/semanas.

A lo largo de los 3 bloques, todas las variables monitorizadas, tanto de carga de entrenamiento como variables wellnes han sufrido variaciones, lo que nos indica que los atletas han llevado a su cuerpo a un estrés generalizado por encima de los demás. Hemos comprobado, que el bloque que menos fatiga general han tenido los atletas ha sido en el de transformación y el que más fatiga han percibido los atletas a través de las 4 variables (calidad del sueño, fatiga, estrés y dolor muscular) ha sido en el bloque de realización.

Gracias a la monitorización de estas variables de carga externa e interna, podemos valorar como está siendo nuestro entrenamiento y además poder controlar la repercusión que está acarreado esta carga a los atletas, observando como en función de la carga a la que los sometemos, como evoluciona el bienestar de los atletas y lo más importante, poder predecir estados de fatiga en los cuales no podamos conseguir las adaptaciones que deseamos y lo que es aún pero, causar problemas para la salud que pueden ser graves para los atletas.

Por ello, herramientas como las utilizadas en este estudio, son muy eficaces y útiles en su uso, ya que es muy sencillo poder rellenarlas y nos dan mucha información sobre el entrenamiento y el estado de los atletas.

Limitaciones del Estudio

Este estudio estaba pensado para poder analizar la fluctuación de la fatiga en diferentes modalidades del atletismo en pista. Por ello lo primero que hicimos fue acercarnos a un grupo de entrenamiento de esta modalidad. Tras conseguir un grupo numeroso, durante las 9 semanas de duración del estudio, fuimos perdiendo participantes en el estudio por las razones comentadas anteriormente. Por ello, el estudio se quedó con un número de participantes bajo por cada modalidad, lo que supuso una unificación de los atletas en un mismo grupo y los analizamos todos juntos. Esto dio lugar a una muestra muy heterogénea ya que teníamos atletas que realizan pruebas de máxima velocidad como son los 100 metros hasta atletas de 400 metros vallas, que sería la modalidad más larga de las recogidas en este estudio.

Esto nos ha llevado a hacer modificaciones en la idea inicial, pero finalmente, hemos podido cumplir nuestros objetivos de analizar la fatiga en estos deportistas de alto rendimiento y ver como en función del bloque en el que nos encontramos, esa carga de entrenamiento afecta de una manera o de otra en la percepción de fatiga que el atleta sufre.

Además, también nos hubiese gustado controlar la intensidad del entrenamiento, pero fue muy complicado realizarlo con los atletas de este grupo ya que no la controlaban de una manera exacta, sino que funcionaban en base a la experiencia y no tenían una norma general.

Futuras Líneas de Investigación.

Para la realización de este estudio, nos hemos basado en artículos científicos que analizaban la fatiga, proponían métodos de análisis de la fatiga o de monitorización de la carga interna. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se centraban en otros deportes, principalmente en deportes colectivos o con poca similitud al nuestro.

En consecuencia, identificamos vacíos en la literatura científica sobre nuestro deporte y tema específico. Por ello, hemos desarrollado esta propuesta, pero consideramos que es necesario realizar más estudios y análisis relacionados, ya que la cantidad de investigaciones existentes es limitada.

En consecuencia, se proponen las siguientes de líneas de investigación en relación con la temática de estudio:

- Analizar la evolución de la fatiga en un grupo en concreto de atletas (atletas de 100 y 200 metros, atletas de 400 y 400 metros vallas, saltadores de altura...), siendo específicos en la modalidad.
- Analizar la evolución de la fatiga en función de la intensidad de entrenamiento.
- Analizar la evolución de la fatiga y la recuperación en función del uso del dispositivo móvil.
- Analizar la evolución de la fatiga a través de la monitorización de la calidad del sueño con diferentes dispositivos.

Referencias Bibliográficas

- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales* (pp. viii, 104). Human Kinetics.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007a). Effects of Tapering on Performance: A Meta-Analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1358-1365. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31806010e0>
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007b). Effects of tapering on performance: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1358-1365. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31806010e0>
- Burke, L. M. (2001). Energy Needs of Athletes. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(S1), S202-S219. <https://doi.org/10.1139/h2001-055>
- Buzzichelli, C. A., & Bompa, T. O. (2016). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo. <https://elibro.net/es/ereader/uva/116274>
- Casa, D. J., Chevront, S. N., Galloway, S. D., & Shirreffs, S. M. (2019). Fluid Needs for Training, Competition, and Recovery in Track-and-Field Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 175-180. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0374>
- Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P. T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A. L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. *Physiology & Behavior*, 179, 262-267. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.06.021>
- DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015a). The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 1: Theoretical aspects. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 308-317. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.07.003>
- DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015b). The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 2: Practical and applied

aspects. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 318-324.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.07.002>

Economou, T., Stavridis, I., Zisi, M., Fragkoulis, E., Olanemi-Agilara, G., & Paradisis, G. (2021, noviembre 2). *Sprint mechanical and kinematic characteristics of national female track and field champions and lower-level competitors. | Journal of Physical Education & Sport / EBSCOhost*. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s6441>

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001a). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109.

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001b). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001c). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.

Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., Rodas, G., Myslinski, T., Howells, D., Beard, A., & Ryan, A. (2017). The athlete monitoring cycle: A practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *British Journal of Sports Medicine*, 51(20), 1451-1452. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097298>

Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>

Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44 Suppl 2(Suppl 2), S139-147.
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>

- Halson, S. L., & Jeukendrup, A. E. (2004). Does Overtraining Exist?: An Analysis of Overreaching and Overtraining Research. *Sports Medicine*, 34(14), 967-981. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434140-00003>
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: An Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>
- Hirsch, K. R., Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., & Roelofs, E. J. (2016). Body Composition and Muscle Characteristics of Division I Track and Field Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1231. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001203>
- Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring Overtraining in Athletes. *Sports Medicine*, 20(5), 321-327. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520050-00003>
- Issurin, V. (2008). Block periodization versus traditional training theory: A review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 48, 65-75.
- Issurin, V. B. (2016). Benefits and Limitations of Block Periodized Training Approaches to Athletes' Preparation: A Review. *Sports Medicine*, 46(3), 329-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0425-5>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (s. f.). *Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement*. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Lochbaum, M., Stoner, E., Hefner, T., Cooper, S., Lane, A. M., & Terry, P. C. (2022). Sport psychology and performance meta-analyses: A systematic review of the literature. *PLoS One*, 17(2), e0263408. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263408>

- Lockie, R. G., Murphy, A. J., Knight, T. J., & Janse de Jonge, X. A. (2011). Factors That Differentiate Acceleration Ability in Field Sport Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2704. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31820d9f17>
- Malina, R. M., Harper, A. E., Avent, H. H., & Campbell, D. E. (1971). Physique of female track and field athletes: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 3(1), 32-38. <https://doi.org/10.1249/00005768-197100310-00006>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., Urhausen, A., European College of Sport Science, & American College of Sports Medicine. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 186-205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
- Morgan, W. P., Brown, D. R., Raglin, J. S., O'Connor, P. J., & Ellickson, K. A. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine*, 21(3), 107-114.
- Mujika, I. (2009). Tapering and Peaking for Optimal Performance. (*No Title*). <https://doi.org/10.5040/9781492595960>
- Oliveira, R. F. S., Canário-Lemos, R., Peixoto, R., Vilaça-Alves, J., Morgans, R., & Brito, J. P. (2023). The relationship between wellness and training and match load in professional male soccer players. *PloS One*, 18(7), e0289374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289374>
- Pallarés, J. G. (2012). *2Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.*
- Santos, D. A., Dawson, J. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2014). Reference values for body composition and

- anthropometric measurements in athletes. *PloS One*, 9(5), e97846.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097846>
- SIDHU, A. S., & SINGH, M. (2015). KINEMATICAL ANALYSIS OF HURDLE CLEARANCE TECHNIQUE IN 110M HURDLE RACE. *International Journal of Behavioral Social and Movement Sciences*, 4(2), Article 2.
- Silva, A. F., Oliveira, R., Akyildiz, Z., Yıldız, M., Ocak, Y., Günay, M., Sarmiento, H., Marques, A., Badicu, G., & Clemente, F. M. (2022). Sleep Quality and Training Intensity in Soccer Players: Exploring Weekly Variations and Relationships. *Applied Sciences*, 12(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/app12062791>
- Thomas, T. R., Zebas, C. J., Bahrke, M. S., Araujo, J., & Etheridge, G. L. (1983). Physiological and psychological correlates of success in track and field athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 17(2), 102-109.
- Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). *Monitoring Fatigue Status in Elite Team-Sport Athletes: Implications for Practice*. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2016-0434>
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of Overtraining. *Sports Medicine*, 32(2), 95-102. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232020-00002>
- Valamatos, M. J., Abrantes, J. M., Carnide, F., Valamatos, M.-J., & Monteiro, C. P. (2022). Biomechanical Performance Factors in the Track and Field Sprint Start: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074074>
- Vysochina, N., & Vorobiova, A. (2019). Basic Psychological Factors Affecting Athletes' Training. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 26(2), 21-26.
<https://doi.org/10.2478/pjst-2019-0010>

Williams, M. H. (1995). Nutritional ergogenics in athletics. *Journal of Sports Sciences*,
13(sup1), S63-S74. <https://doi.org/10.1080/02640419508732279>

Anexo 1

Escala wellnes, adaptada de (Hooper & Mackinnon, 1995)

SUEÑO							
MUY, MUY BIEN							MUY, MUY MAL
1	2	3	4	5	6	7	
ESTRÉS							
MUY, MUY BAJO							MUY, MUY ALTO
1	2	3	4	5	6	7	
FATIGA							
MUY, MUY BAJO							MUY, MUY ALTO
1	2	3	4	5	6	7	
DOLOR MUSCULAR							
MUY, MUY BAJO							MUY, MUY ALTO
1	2	3	4	5	6	7	

Anexo 2

Escala de Borg sobre 10 puntos, adaptado de (Foster et al., 2001)

ESCALA DE BORG SOBRE 10 PUNTOS	
Valoración	Percepción de esfuerzo
0	Sin esfuerzo, similar a reposo
1	Muy, muy ligero
2	Bastante ligero
3	
4	Ligero
5	
6	Algo duro
7	Duro
8	Muy duro
9	Muy, muy duro
10	Máximo esfuerzo, agónico

Anexo 4

Planificación ATR

Nº SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
LUNES DE CADA SEMANA	4	11	18	25	1	8	15	22	29
MES	MARZO					ABRIL			
COMPETICIONES						↓ 2ª JORNADA DE LIGA		↓ 3ª JORNADA DE LIGA	
BLOQUE	ACUMULACION		TRANSFORMACION			REALIZACION			
Mesociclo	MESOCICLO I		MESOCICLO II			MESOCICLO III			
VOLUMEN	100%		90%			80%			
	90%		80%			70%			
	80%		70%			60%			
	70%		60%			50%			
	60%		50%			40%			
	50%		40%			30%			
	40%		30%			20%			
	30%		20%			10%			
	20%		10%						
	10%								
Mesociclo	MESOCICLO I		MESOCICLO II			MESOCICLO III			
INTENSIDAD	100%		90%			80%			
	90%		80%			70%			
	80%		70%			60%			
	70%		60%			50%			
	60%		50%			40%			
	50%		40%			30%			
	40%		30%			20%			
	30%		20%			10%			
	20%		10%						
	10%								
MICROCICLO	CARGA	IMPACTO	RECUPERACION	CARGA	PRE-COMP	COMP	CARGA	PRE-COMP	COMP