

## **Análisis de la carga de entrenamiento previo a una lesión en atletismo de media distancia: Estudio de caso**

### **Analysis of pre-injury training load in middle distance athletics: A case study**

**Luis A. Cardozo<sup>1</sup>, María Valencia Lara<sup>2</sup>, Julián Guerrero Jiménez<sup>2</sup>, Sergio Borja Villamil<sup>2</sup>, Javier L. Reina-Monroy<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Grupo de investigación IMED, Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, D.C, Colombia

<sup>2</sup> Tecnología en Entrenamiento Deportivo, Corporación Universitaria CENDA, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup> Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia

\* Correspondence: Luis A. Cardozo; [lualca7911@gmail.com](mailto:lualca7911@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

Sports trainers have a wide variety of instruments and methods to control training to identify the level of internal or external load experienced by the athlete to avoid an injury. The objective of this study was to explore the training load middle-distance athletes prior to a sports injury that resulted in the temporary suspension of training. The semi-structured interview technique was used in the retrospective phase to inquire about the means and methods used for load control. In the prospective phase, the recording of the mean heart rate (HRm), Session Rating of Exertion Perception (sRPE), Monotony Index (MI), Fatigue Index (FI), Hydration levels by urine color and Epworth Sleepiness Scale were used. The results indicate that the sports injury occurred prior to several high intensity sessions expressed in sRPE and in the week of higher volume, with this situation not being reflected through the FCm, nor in the week of higher value in IM and IF. Additionally, with levels of dehydration and an increase in the somnolence scale being evidenced in the last weeks of training. It is concluded that some methods to control training load do not reflect the real load experienced by the athlete, therefore, it is important to implement various mechanisms to reduce the risk of injury.

#### **KEYWORDS**

Training; Training load; Monitoring; Athletics

## RESUMEN

El entrenador deportivo actualmente dispone de una gran variedad de instrumentos y métodos para el control del entrenamiento con el fin de identificar el nivel de carga interna o externa vivenciado por el atleta evitando algún tipo de lesión. El objetivo de este estudio fue explorar la carga de entrenamiento de un atleta de medio fondo previo a una lesión deportiva que generó la suspensión temporal de los entrenamientos. Se utilizó la técnica de entrevista semiestructurada en la fase retrospectiva para indagar sobre los medios y métodos utilizados para el control de la carga. En la fase prospectiva se utilizó el registro de la Frecuencia cardiaca media, la Percepción del esfuerzo de la sesión (sRPE), Índice de monotonía (IM), Índice de fatiga (IF), Niveles de hidratación por el color de la orina y Escala de Somnolencia de Epworth. Los resultados indican que la lesión deportiva ocurrió previo a varias sesiones de alta intensidad expresadas en sRPE y en la semana de mayor volumen, no reflejándose esta situación a través de la FCm, ni en la semana de mayor valor en IM e IF. Adicionalmente, se evidenciaron ciertos niveles de deshidratación e incremento en la escala de somnolencia en las últimas semanas de entrenamiento. Se concluye que algunos medios para el control de la carga de entrenamiento no reflejan la carga real vivenciada por el atleta, por ello, la importancia de implementar varios mecanismos a fin disminuir el riesgo lesivo.

## PALABRAS CLAVE

Entrenamiento; Carga de entrenamiento; Monitorización; Atletismo

## 1. INTRODUCCIÓN

El deporte en general se ha caracterizado por la aplicación constante de cargas de entrenamiento de gran magnitud. Adicionalmente, el deporte de altos logros o élite incluye la realización de varias sesiones de entrenamiento durante el día, calendarios competitivos que incluyen competencias consecutivas con cortos periodos de recuperación y preparación, entre otros aspectos, que generan cambios y adaptaciones a nivel biológico, cuyo objetivo para el entrenador es alcanzar nuevas marcas personales por parte de los atletas (Judge et al., 2003; Luijckx et al., 2012; Schinke et al., 2012). Adicionalmente, el proceso pedagógico y metodológico de organización del entrenamiento desarrollado por los entrenadores tiene como fin establecer y alcanzar objetivos a corto, mediano y largo plazo sin afectar la salud del atleta. Para ello, diversos investigadores han diseñado y propuesto herramientas para el control de la carga de entrenamiento a la que son sometidos los atletas, buscan

cuantificar la carga de entrenamiento de la manera más objetiva posible y analizar la relación existente entre entrenamiento realizado y la *performance* alcanzada (Virus & Virus, 2003).

El entrenador deportivo actualmente dispone de una gran variedad de instrumentos y métodos para el control del entrenamiento, algunos más complejos que otros que requieren equipos tecnológicos de alto presupuesto, y otros, más asequibles y de fácil aplicación en campo por parte de entrenadores y deportistas. A pesar de ello, es indispensable su conocimiento, los beneficios y desventajas de cada uno de ellos en su respectivo deporte. Algunos de ellos, permiten identificar estados de fatiga residual antes de los entrenamientos, ayudando a reorganizar el entrenamiento prescrito previo a su realización (Borresen & Lambert, 2008). Otros instrumentos y métodos permiten durante y posterior al entrenamiento identificar el nivel de carga interna o externa vivenciada por el deportista (carga real) ayudando a orientar las futuras sesiones a realizar (Mujika, 2006).

Sin una adecuada implementación y uso de diversos instrumentos y métodos para el control de la carga, los deportistas corren el riesgo de incrementar la probabilidad de tener alguna lesión que induzcan a una disminución del volumen e intensidad de entrenamiento programado y en el peor de los casos, se genere una interrupción en los entrenamientos (ausentismo), siendo un factor negativo para los clubes o equipos deportivos que representan. Es importante comprender que las lesiones deportivas se presentan con frecuencia en el atletismo élite, siendo complejo identificar la causa principal de la misma, debido a los múltiples factores de riesgo que están inmersos dentro de la preparación de los deportistas, entre ellos, volúmenes e intensidades altas de entrenamiento, escasos periodos de recuperación entre sesiones o competencias, posible estrés por sobreuso de determinada articulación o grupo muscular, errores técnicos por un deficiente proceso de enseñanza – aprendizaje o inducidos por la presencia de fatiga (Feddermann-Demont et al., 2014; Jacobsson et al., 2013).

Estudios en otros deportes han identificado que las cargas de entrenamiento semanal superiores a las normales y aumentos repentinos en las cargas de entrenamiento incrementa el riesgo de lesión musculoesquelética, principalmente en las articulaciones y grupos musculares principales en la modalidad deportiva (Rogalski et al., 2013). Además, los estudios científicos referente a la utilización de diversos medios y métodos para el control de la carga se realizan en entornos muy controlados, siendo diferente la realidad a la que están sujetos los entrenadores y atletas, por ello, son escasos los estudios de campo en el atletismo de media distancia que analicen esta relación, junto a otros factores que puedan incidir en una lesión.

Por lo anterior, el presente estudio tuvo por objetivo explorar las cargas de entrenamiento a través de diferentes medios y métodos para su control aplicados a un atleta de medio fondo previo a una lesión deportiva.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Sujeto de estudio

Un deportista de alto rendimiento con edad de 22 años, residente en la ciudad de Bogotá, D.C (Colombia). Con cinco años de experiencia en pruebas de media distancia (medio fondo), consagrándose campeón nacional en distancias de 1500, 3000 y 3000 m obstáculos, ubicándose en el top 10 a nivel nacional. Durante su etapa de formación deportiva entrenó y participó en distancias de velocidad.

Respecto a su proceso de preparación se encuentra que, su calendario competitivo ha tenido competencias importantes cada tres o cuatro meses. Su preparación consistía en etapa general: seis a ocho semanas, etapa específica: cuatro a cinco semanas y etapa competitiva: cuatro a cinco semanas. Con una frecuencia de entrenamiento entre siete y 10 sesiones a la semana con una duración entre 40 minutos y dos horas cada una. Los días en que tenía doble sesión descansaba entre 7-9 h entre sesiones.

Las marcas personales y mejores registros en competencia del atleta se pueden visualizar en detalle en la tabla 1, organizadas por distancia de competencia y evolución cada año. Adicionalmente, su mejor registro en algunos test físicos de campo orientados por su entrenador.

**Tabla 1.** Registro y evolución de las marcas personales

| <b>Prueba o test</b> | <b>MP</b> | <b>Año y ciudad</b> |
|----------------------|-----------|---------------------|
| 800 m planos         | 1:55      | 2017 Bogotá         |
| 800 m planos         | 1:50      | 2019 Bogotá         |
| 800 m planos         | 1:55      | 2020 Bogotá         |
| 1500 m planos        | 4:00      | 2018 Bogotá         |
| 1500 m planos        | 3:53      | 2018 Barranquilla   |
| 3000 m planos        | 8:27      | 2019 Bogotá         |
| 3000 m planos        | 8:19      | 2020 Bogotá         |
| 3000 m obstáculos    | 9:07      | 2016 Bogotá         |

|                   |          |                   |
|-------------------|----------|-------------------|
| 3000 m obstáculos | 9:44     | 2018 Bogotá       |
| 3000 m obstáculos | 9:15     | 2018 Barranquilla |
| 5000 m planos     | 15:36    | 2018 Bogotá       |
| 5000 m planos     | 15:08    | 2018 Cali         |
| 10 km             | 32:44:00 | 2018 Bogotá       |
| Test de Cooper    | 3950     | 2017 Bogotá       |
| Test de 1000 m    | 2:37     | 2018 Bogotá       |

---

**Registro de otras pruebas realizados en pretemporada 2020**

---

|                           |        |               |
|---------------------------|--------|---------------|
|                           | Bogotá | Nivel del mar |
| Test de la milla (1609 m) | 4:19   | 3:53          |
| Test de salto largo (m)   | 2.45   | - - -         |

---

*\*Nota: MP: Marca Personal. Bogotá se encuentra a 2600 m.s.n.m de altitud.*

Dentro de sus logros deportivos más representativos se encuentra: Carrera del sur 10k categoría juvenil (podio), carrera verde 10k (podio), 15k New Balance categoría juvenil (2do), campeón distrital en 1500 m obstáculos, Grand Prix (Cali) 1500 m obstáculos (podio), campeonato nacional interclubes 3000 obstáculos (2do), campeón nacional juvenil ASCUN 3000 m y campeón nacional sub-23 en 3000 obstáculos. Lo anterior, permite visualizar el transcurrir del deportista desde distancias medias a distancias largas, pruebas de medio fondo a fondo.

Se pretendía analizar la carga de entrenamiento a la que era sometido el atleta y su respuesta en relación con la mejora en la *performance* deportiva en su periodización anual, entre ellos, cambios en diversos parámetros físicos, fisiológicos y mejores marcas personales. Sin embargo, en la semana nueve tuvo una lesión muscular durante el desarrollo de la sesión de entrenamiento, que generó la suspensión temporal de los entrenamientos.

## 2.2. Instrumentos

### 2.2.1. Entrevista semiestructurada

Este método fue utilizado con un fin retrospectivo, buscando recopilar información sobre cuatro áreas: a) experiencia deportiva (años de experiencia en el deporte y mejores marcas personales); b) historial médico (antecedentes de lesiones y resultados de exámenes médicos previos); c) aspectos del entrenamiento (describir el proceso de entrenamiento que ha llevado a cabo, e.g., horario de entrenamiento, número de sesiones por semana, estructura de su preparación) y, d)

medios y métodos para el control de la carga de entrenamiento (test y controles utilizados durante los entrenamientos). La información aportada en la última área permitió identificar que instrumentos y métodos de control serían implementados al deportista como novedosos y requerían algunas sesiones para su enseñanza y familiarización.

### 2.2.2. Frecuencia cardiaca media (FCm)

Para los datos de la FC se utilizó medidor de frecuencia cardiaca marca Polar RS800cx (Polar®, EEUU), con este dispositivo, el deportista identificaba la intensidad alcanzada en la realización de cada uno de los ejercicios propuestos por su entrenador y la FC media de la sesión de entrenamiento. La frecuencia cardiaca máxima (FC<sub>máx</sub>) se determinó a partir de la ecuación propuesta por Whyte et al. (2008) citado por Bouzas et al. (2010), ecuación sugerida para hombres jóvenes deportistas en competición. Ecuación:  $FC_{máx} = 202 - (0.55 * edad)$ .

### 2.2.3. Esfuerzo percibido de la sesión (sRPE)

El atleta expresó la intensidad a la que fue sometido en cada sesión de entrenamiento a partir del registro del esfuerzo percibido a través de la escala propuesta por Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001), escala de valores numéricos entre 0 a 10, siendo 0= Reposo; 1= Muy, muy fácil; 2= Fácil; 3= Moderado; 4= Algo duro; 5 y 6= Duro; 7, 8 y 9= Muy Duro, y 10= Máximo. Este registro tuvo lugar entre 15 a 30 minutos finalizada la sesión. La escala (*Rate of Perceived Exertion* o RPE) fue explicada al atleta, aunque ya tenía experiencia en el manejo y utilización de esta. Al finalizar la sesión registró la intensidad de acuerdo con la pregunta ¿Cómo considera la intensidad del entrenamiento realizado en este instante?, La magnitud de la carga de entrenamiento se obtiene mediante la multiplicación del volumen representado en minutos por el valor de la escala RPE, expresando la carga de entrenamiento en unidades arbitrarias (UA). Formula:

Carga de la sesión de entrenamiento (UA)= duración (minutos sesión) \* RPE de la sesión

### 2.2.4. Índice de monotonía (IM) e índice de fatiga (IF)

Este método propuesto por Foster (1998), refleja la variabilidad diaria de la carga de entrenamiento. Un índice de monotonía alto al combinarse con altas cargas de entrenamiento se ha asociado con síntomas de *overtraining* (condición crónica de fatiga extrema). Igualmente, el índice

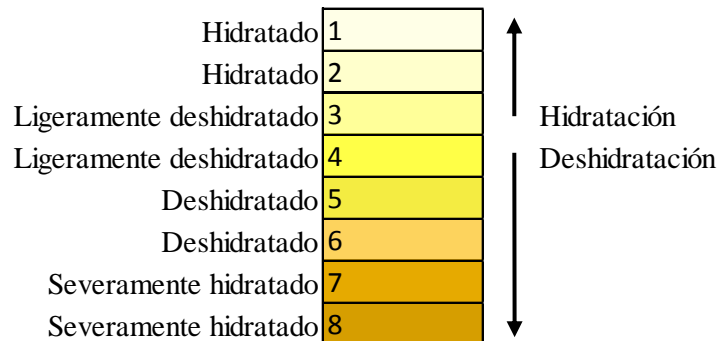
de fatiga es un buen indicador del estado del atleta y la aparición de problemas físicos o lesiones. A continuación, se describen los pasos para calcular el IM e IF:

- i) Carga semanal =  $\sum$  carga de la sesión de entrenamiento en la semana
- ii) Índice de monotonía = Carga promedio semana / Desviación estándar de la carga semanal
- iii) Índice de fatiga = Carga semanal \* Índice de monotonía

### 2.2.5. Niveles de hidratación por el color de la orina

El color de la orina está ligado al nivel de hidratación de los sujetos, siendo un indicador de deshidratación. Al disminuir la cantidad de agua en el cuerpo, menor es la producción de orina y consecuentemente, una mayor concentración de minerales en ella, variando de esta manera su color (Armstrong et al., 1994; Kavouras et al., 2016). Este método ha sido utilizado desde finales de la década de los 80, existiendo una variedad de tablas de colores como instrumento de ayuda para el diagnóstico de la deshidratación. En la presente investigación se utilizó la propuesta por Raymond y Yarger (1988), siendo el punto crítico los niveles 4-5, para poder considerar un adecuado nivel de hidratación o inicio de un estado de deshidratación (figura 1). El atleta toma la muestra en la primera orina de la mañana, después del descanso nocturno y en ayunas, esto evita posibles alteraciones, asegurando al máximo posible la confiabilidad en la medición (Palacios et al., 2008; Shirreffs & Maughan, 1998). En un fondo blanco con suficiente luz (ni brillos ni sombras) realiza la comparación con la carta de colores. Previo al inicio de la toma de datos se realizó una etapa de familiarización en la toma de la muestra y la carta de colores bajo la orientación de uno de los investigadores.

**Figura 1.** Carta de colores para los niveles de hidratación – deshidratación



### 2.2.5. Escala de Somnolencia de Epworth

Este instrumento fue diseñado por Johns (1991), validado al español por Chiner et al. (1999) y en población colombiana por Chica-Urzola et al. (2007), permite detectar estados de somnolencia diurna excesiva en los sujetos, este aspecto está muy ligado con un descanso adecuado en los atletas (horas de sueño) y energía para el desarrollo habitual de las actividades de la vida cotidiana. Examina si los sujetos se quedan dormidos en 8 situaciones diferentes. Este instrumento fue diligenciado por el atleta una vez cada semana. Presenta una escala de puntuación entre 0 a 3, siendo 0 = nunca se ha dormido, 1 = escasa posibilidad de dormirse, 2 = moderada posibilidad de dormirse y 3 = elevada posibilidad de dormirse; respondiendo a la siguiente pregunta ¿Con qué frecuencia se queda usted dormido en las siguientes situaciones?: 1) Sentado leyendo, 2) Mirando TV. 3) Sentado e inactivo en un lugar público, 4) Como pasajero en un carro durante una hora de marcha continua, 5) Acostado, recostado en la tarde, 6) Sentado y conversando con alguien, 7) Sentado, tranquilo, después de un almuerzo sin alcohol, y 8) En su carro, cuando se detiene unos minutos en un trancón.

Después de realizar la asignación numérica a cada pregunta se realiza la sumatoria de todos los ítems para obtener el puntaje total entre 0 a 24 con la siguiente interpretación:

0-7 = Es poco probable que usted esté anormalmente somnoliento.

8-9 = Usted tiene una cantidad media de sueño al día.

10-15= Puede ser excesivamente somnoliento dependiendo de la situación. Es posible que desee considerar la búsqueda de atención médica.

16-24= Usted es excesivamente somnoliento y debe considerar la búsqueda de atención médica.

### 2.3. Procedimiento

El presente estudio de caso de carácter observacional con alcance exploratorio y de corte longitudinal, realiza un seguimiento detallado a lo largo de un periodo de tiempo. Como lo indica Menard (2008), analizando los cambios que están asociados con una variable de estudio en el transcurso del tiempo, permitiendo indagar sobre posibles relaciones causales. Se examina el comportamiento de diversos indicadores de la carga de entrenamiento al que es sometido el atleta durante nueve semanas, finalizando el periodo de observación cuando el atleta sufre una lesión deportiva siendo suspendidos los entrenamientos siguientes por restricción médica.



### 2.3.1. Fase preliminar retrospectiva

En esta fase se utilizó la técnica de entrevista semiestructurada con el fin de indagar sobre los instrumentos y técnicas que utilizan habitualmente para el control de la carga de entrenamiento por parte del atleta y su entrenador, además, de otros aspectos relacionados sobre su historial deportivo, salud física y lesiones previas, entre otros. Se desarrolló en el escenario de entrenamiento posterior a una de las sesiones de entrenamiento, dando a conocer los objetivos de la investigación y, después de la autorización y consentimiento informado, se inició con la recolección de datos contando con tiempo suficiente para evitar premura en el registro de la información y salvaguardando la confiabilidad de esta (Babbie, 2000). Se realizaron en dos encuentros con una duración entre 15 a 20 min. Adicionalmente, se realizó la revisión de documentos médicos suministrados por el atleta.

### 2.3.2. Fase de estudio prospectiva

Esta fase se desarrolló en la etapa de preparación general (nueve semanas) del calendario competitivo del atleta. El entrenador desarrolla los entrenamientos con regularidad entre las 7:00 am a 10:00am. Frente a la información suministrada previamente por el deportista se procede a complementar los medios y métodos de control de la carga de entrenamiento (FC y esfuerzo percibido) adicionando la sRPE, el índice de "Monotonía", el índice de "Fatiga", la carta de colores de hidratación en la orina y la escala de somnolencia de Epworth.

Se consolidó la información correspondiente a los entrenamientos desarrollados (volumen e intensidad) durante y al finalizar cada una de las sesiones de entrenamiento mediante diario de campo por parte del atleta en una aplicación para Android junto con el acompañamiento semanal de uno de los investigadores.

Este estudio contó con la autorización y consentimiento por parte del atleta y su entrenador salvaguardando los derechos de privacidad y confidencialidad de los datos recolectados. Los investigadores no intervinieron en los entrenamientos ni en la programación de estos. Tampoco se suministró retroalimentación al entrenador durante la fase prospectiva, aspectos sugeridos y acordados por el entrenador al inicio del estudio. Su participación en el estudio fue voluntaria respetando los derechos humanos y siguiendo los lineamientos nacionales sobre la investigación científica y de protección de datos (Ley Colombiana Estatutaria 1581 de 2012 y Resolución 8430 del Ministerio de Salud de Colombia). La investigación fue categorizada como investigación con riesgo mínimo debido a que no fue modificada la conducta del atleta ni los entrenamientos orientados por el entrenador (art. 11). Este estudio fue aprobado por la coordinación de proyectos: TegEDCenda\_2019.

## **2.4. Análisis de datos**

Para el análisis de las entrevistas semiestructuradas se utilizó el análisis de contenido agrupando la información en las cuatro áreas descritas anteriormente. La recolección de la información durante la fase de estudio prospectiva fue mediante diarios de campo (App), posteriormente transcritas en plantillas diseñadas para tal fin en Excel (Microsoft®), procedimiento realizado igualmente con los datos procedentes de sRPE, escala de hidratación y somnolencia. La información de la FC fue descargada al ordenador para su correspondiente análisis. Posteriormente, se utilizó el software de programación R y el complemento RStudio junto con el paquete Tidyverse para los estadísticos descriptivos.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Fase preliminar retrospectiva**

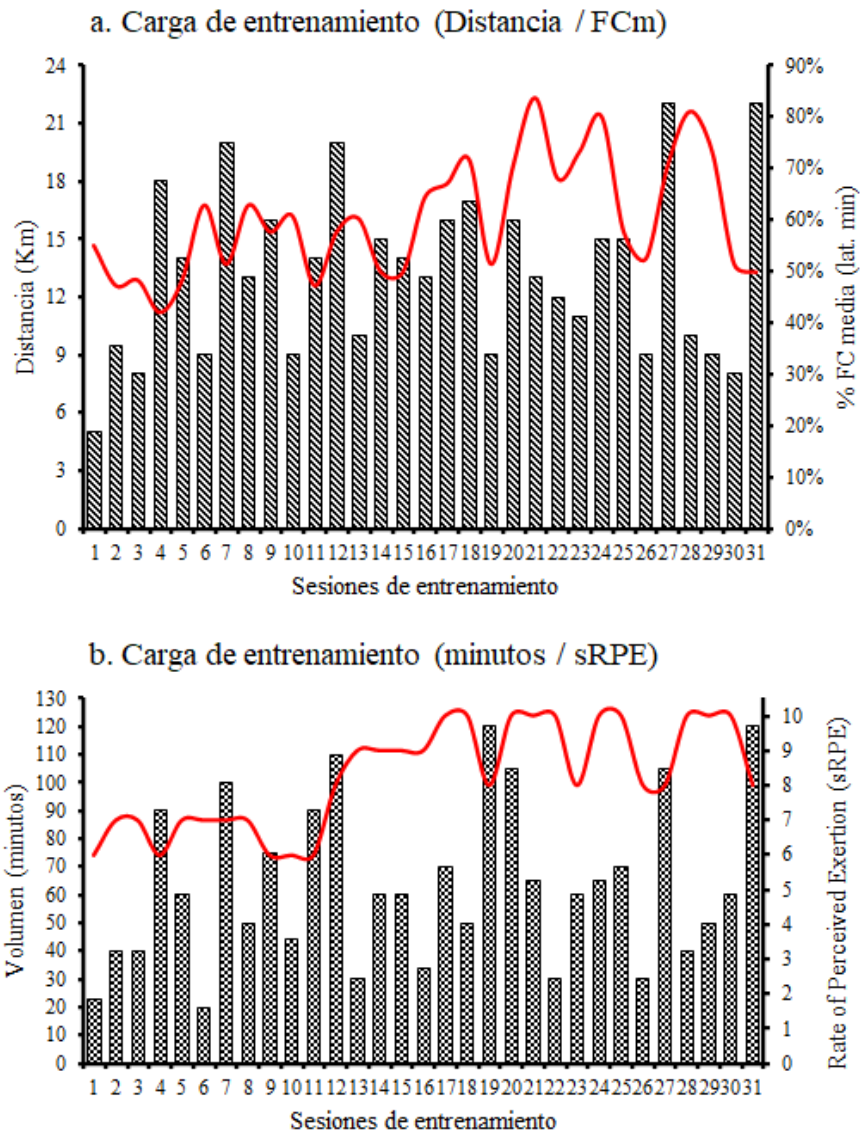
A través de la entrevista semiestructurada se identifican los siguientes métodos y medios para el control de la carga de entrenamiento por parte del atleta y su entrenador: a) escala subjetiva del esfuerzo, b) frecuencia cardiaca, c) repetición máxima (RM), d) salto largo sin impulso, e) test de los 3.000 m llanos, f) 800 m llanos, g) test de la milla, h) exámenes de laboratorio, i) parcial básico de orina, j) registros de las mejores marcas personales (MMP). Respecto al historial médico y de lesiones previas, el deportista se encontraba en chequeos médicos rutinarios debido a diagnósticos a nivel de RX de columna lumbosacra, ecografía de tejidos blandos tendón aquiliano derecho, tendón colateral medial, tendón colateral lateral, ecografía articular de rodilla bilateral, ecografía de pierna derecha, RX de pelvis o articulación coxofemorales (Anexo 1). Los resultados de los exámenes clínicos – hemograma reflejan valores normales, excepto en hemoglobina (hb) y hematocrito (htc) que presentó valores ligeramente superiores (hb = 18.2g/dl, rango: 12.0 - 18.0; htc = 53.2%, rango: 37.0 – 52.0).

### **3.2. Fase de estudio prospectiva**

Las sesiones de entrenamiento se caracterizaron por utilizar una gran variedad de métodos para el desarrollo de la resistencia, donde se incluyeron métodos continuos extensivos, intensivos, variables tipo Fartlek, fraccionados interválicos largo y medio. En la figura 2 se observa la carga de entrenamiento aplicada durante las 31 sesiones de entrenamiento al atleta, se discrimina el volumen

de entrenamiento realizado: distancia recorrida y trabajo específico efectivo realizado en la parte central de la sesión (minutos), excluyendo el calentamiento, los descansos entre ejercicios/series y vuelta a la calma. Igualmente, se observa la intensidad relativa de trabajo en las sesiones: FCM representado en porcentaje (%) de su máximo, y también representado en la Percepción de esfuerzo sRPE 0-10.

**Figura 2.** Carga de entrenamiento aplicada al atleta



*\*Nota: La línea representa la intensidad de los entrenamientos representados en % de FC media y sRPE.*

Al analizar el volumen de las sesiones, se observó una tendencia concentrada, es decir, un pico de mayor carga en km o minutos de trabajo efectivo a la semana. Varios indicadores de la carga

de entrenamiento (tabla 2) permite visualizar un incremento progresivo del volumen hasta la semana 4 (relación 4:1), para posteriormente tener una tendencia ondulatoria hasta la semana 9, siendo la semana 6 donde se expresan los valores más altos en la mayoría de los indicadores.

**Tabla 2.** Carga, indicadores de entrenamiento y tendencia por semana

| Semanas       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5*   | 6    | 7    | 8    | 9**  | Tendencia |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| <b>VS min</b> | 103  | 170  | 269  | 290  | 164  | 340  | 225  | 225  | 310  |           |
| <b>UA</b>     | 698  | 1100 | 1764 | 2230 | 1546 | 3160 | 2130 | 1980 | 1560 |           |
| <b>CPM</b>    | 100  | 157  | 252  | 319  | 221  | 451  | 304  | 283  | 520  |           |
| <b>IM</b>     | 0,75 | 0,69 | 0,93 | 0,92 | 0,74 | 0,98 | 0,97 | 0,88 | 0,82 |           |
| <b>IF</b>     | 523  | 755  | 1641 | 2051 | 1145 | 3101 | 2076 | 1752 | 1284 |           |

*Nota: VS min: Volumen semana minutos; UA: Carga total semana; CPM: Carga promedio de la semana; IM: Índice de monotonía; IF: Índice de fatiga. \*= No se realizan todos los entrenamientos \*\*= Semana en que el atleta sufre lesión.*

Por otro lado, los niveles de hidratación a través del color de la orina presentaron variación entre ligeramente deshidratado y deshidratado a partir de la tercera semana, siendo más notorio en las semanas ocho y nueve (figura 3).

**Figura 3.** Control de niveles de hidratación - deshidratación en la orina

|                 | Lunes                    | Miércoles                | Viernes                  | Sábado                   |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Semana 1</b> | 2                        | 2                        | 2                        | 3                        |
|                 | Hidratado                | Hidratado                | Hidratado                | Ligeramente deshidratado |
| <b>Semana 2</b> | 2                        | 2                        | 2                        | 2                        |
|                 | Hidratado                | Hidratado                | Hidratado                | Hidratado                |
| <b>Semana 3</b> | 3                        | 3                        | 3                        | 3                        |
|                 | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado |
| <b>Semana 4</b> | 2                        | 3                        | 2                        | 3                        |
|                 | Hidratado                | Ligeramente deshidratado | Hidratado                | Ligeramente deshidratado |
| <b>Semana 5</b> | 3                        | 3                        | 4                        | 4                        |
|                 | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado |
| <b>Semana 6</b> | 3                        | 4                        | 3                        | 3                        |
|                 | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado |
| <b>Semana 7</b> | 4                        | 3                        | 4                        | 3                        |
|                 | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado |
| <b>Semana 8</b> | 3                        | 4                        | 5                        | 5                        |
|                 | Ligeramente deshidratado | Ligeramente deshidratado | Deshidratado             | Deshidratado             |
| <b>Semana 9</b> | 5                        | 5                        | 7                        | 7                        |
|                 | Deshidratado             | Deshidratado             | Severamente deshidratado | Severamente deshidratado |

La figura representa las semanas de entrenamiento y días en que se realizaron las muestras de orina, siendo expresado el valor numérico según la escala y su correspondiente indicador cualitativo.

A continuación, en la tabla 3 se encuentran los resultados de la Escala de Epworth, donde se refleja un incremento en los estados de somnolencia de acuerdo con los puntajes establecidos principalmente las últimas semanas.

**Tabla 3.** Estados de somnolencia durante las semanas de entrenamiento

| Situación / Semanas  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sentado leyendo.   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Mirando TV.  | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Sentado e inactivo en un lugar público.                        | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Como pasajero en un carro durante una hora de marcha continua. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

|  |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| Acostado, recostado en la tarde.                             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  |
| Sentado y conversando con alguien.                           | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2  | 2  |
| Sentado, tranquilo, después de un almuerzo sin alcohol.      | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2  | 2  |
| En su carro, mientras se detiene unos minutos en un trancón. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  |
| Puntuación total   | 4 | 8 | 8 | 7 | 9 | 7 | 7 | 11 | 11 |

#### 4. DISCUSIÓN

El entrenamiento deportivo en deportistas de alto nivel es una tarea compleja para los entrenadores debido a la necesidad de formación e innovación constante a nivel científico y tecnológico. Por lo anterior, en los últimos años han surgido diversos medios y métodos para el control de la carga de entrenamiento cuyo fin es mejorar la aplicación de esta (cargas adecuadas y óptimas) e incrementar el rendimiento del atleta a través del conocimiento de los efectos que esta genera.

Durante la década de los años 60 hasta inicios de los 90 en diferentes deportes se produjo incremento sustancial del volumen de entrenamiento al tomar como referencia los entrenamientos realizados por deportistas olímpicos de la antigua URSS (Platonov et al., 1994; Suslov et al., 1982), es hasta este último periodo donde los avances científicos en el deporte indicaron que un exceso de carga sin el adecuado descanso ocasionada un incremento en el riesgo de lesiones y alteración en varios parámetros fisiológicos y psicológicos que podrían ser perjudiciales en la salud de los deportistas. Adicionalmente se encontraron iguales o mejores resultados en programas de preparación con un menor volumen (Armstrong & VanHeest, 2002; Steele et al., 2021).

Respecto al volumen de entrenamiento registrado en el presente estudio se observaron volúmenes entre 23 a 59 km / semana con una frecuencia de 3-4 sesiones / semana, valores similares a un estudio previo realizado en una atleta recreativa especializada en pruebas de larga distancia (10 km y media maratón) que regresaba nuevamente a competencias oficiales después de un largo periodo de inactividad competitiva (Boullousa & Foster, 2018). En nuestro caso, al inicio de la etapa se identifica en las sesiones un comportamiento ondulatorio de la carga, con incrementos no significativos de la carga entre las semanas tres a la nueve, dando lugar a un entrenamiento ondulatorio o de choque con pocas variaciones, entre 50 a 58 km / semana, excepto en la semana cinco donde no se desarrollaron todos los entrenamientos por dificultades de salud general en el

atleta. A pesar de ello, estos valores son inferiores a los reportados en la literatura especializada sobre entrenamiento en atletas élite de media distancia, donde en la primera etapa de preparación recomiendan entre 48 a 120 km / semana y entre 5-10 sesiones / semana (Martin & Coe, 2007). Estos volúmenes bajos al parecer fueron prescritos por el historial de lesiones que presentaba el atleta.

En la intensidad de los entrenamientos analizados por FCm se observan esfuerzos inferiores al 85%, considerándose entrenamientos a intensidades submáximas. Aunque este método de control ha sido ampliamente aceptado por la comunidad científica desde mediados de los años 70 (Calvert et al., 1975), algunos autores indican que este método podría no ser adecuado para el análisis de la carga de entrenamiento durante la realización de ejercicios de tipo intermitentes o interválicos por no reflejar las demandas fisiológicas reales vivenciadas. El atleta objeto del presente estudio en algunas sesiones utilizó el método interválico extensivo largo y medio que exige intensidades superiores al 85% FCmáx e incluso valores máximos con periodos de recuperación que oscilan entre 1-5 minutos, esta alternancia de trabajo / descanso podría conllevar a una incorrecta interpretación de la intensidad de la sesión por FCm. Por lo anterior, algunos investigadores han sugerido la utilización de la RPE (Eston, 2012; García-Ramos et al., 2015).

Se implementó en las sesiones el método sRPE, aceptado y recomendado por expertos en el entrenamiento de atletas a nivel mundial, en la declaración de consenso desarrollada en 2016 (Bourdon et al., 2017). En los valores registrados por el atleta se observan entre la sesión 13 a la 31 (semana cuatro a nueve) los niveles más altos de percepción de esfuerzo, con escasas ondulaciones y tendencia de meseta. Respecto a las UA sesión son similares a los reportados en otros deportes tanto cíclicos como acíclicos (Campos & Toscano, 2018; Wallace et al., 2008) y en el estudio desarrollado por Desgorces et al. (2020), donde compararon diversos métodos para el control de la carga en atletas de media y larga distancia con sesiones hasta el agotamiento, justificando aún el uso de esta metodología. Aunque algunos autores sugieren no realizar ninguna multiplicación al resaltar que la RPE por sí sola arroja información valiosa tanto para el control como para la prescripción del ejercicio (Agostinho et al., 2015; Noakes, 2004). Aunque es de aclarar que la AU semanales e IF fueron bajos, con IM moderados con valores entre 0.82 a 0.98, excepto la semana 5 que por la circunstancia enunciada anteriormente fue menor. La sRPE y la CPM fueron los indicadores de la carga que presentaron los valores más altos previo a la lesión deportiva.

Por otro lado, los niveles de hidratación reportados a través del color de la orina reportaron niveles de ligeramente deshidratado en el intermedio de las nueve semanas, incrementándose a valores de deshidratación y severamente deshidratado en las dos últimas semanas, aspecto que pudo haber sido un indicador de *overtraining* por los aspectos negativos que la deshidratación ocasiona en

los atletas. Estudios previos han indicado que la deshidratación ocasiona alteraciones en el metabolismo celular con un incremento en la utilización de glucógeno muscular, incremento de catecolaminas a nivel celular, mayor estrés térmico (hipertermia) que conllevan a una disminución en la capacidad contráctil y disminución en la *performance* (Judelson et al., 2007), mayores tiempos de carrera en pruebas de 1500 m hasta 10 km, mayores valores en la RPE y agotamiento que conllevaba a no completar la totalidad del entrenamiento programado en los sujetos del estudio (Cheuvront & Kenefick, 2011; Cheuvront et al., 2010). Sin embargo, controlar la carga interna del entrenamiento a través del color de la orina requiere del acompañamiento de un profesional en nutrición y dietética, aspecto que no estuvo al alcance del presente estudio y se recomienda la implementación de esta área de la salud en futuros estudios, para el control o seguimiento nutricional. Los resultados de deshidratación deben analizarse con cautela debido a que ciertos alimentos y medicamentos utilizados por los atletas para el dolor muscular ocasionan una alteración del color en la orina y deben considerarse a la hora de su interpretación por los profesionales (Ryan et al., 2011; Simerville et al., 2005).

La calidad del sueño es muy importante, este garantiza un adecuado descanso que facilita los procesos de recuperación fisiológica y psicológica para afrontar las actividades de la vida cotidiana y futuros entrenamientos de manera óptima por parte de los atletas. Un sueño inadecuado genera varias alteraciones disminuyendo la capacidad de recuperación, e.g., incremento de la producción de adrenalina, noradrenalina, dopamina, cortisol, entre otras, que disminuyen la síntesis de proteína muscular e incrementan su degradación, acrecentando un ambiente celular proteolítico que se asocia con estados de sarcopenia y caquexia, además, de múltiples alteraciones a nivel cognitivo potencialmente perjudiciales para la salud (Dattilo et al., 2011). A pesar de que la escala de somnolencia Epworth ha sido ampliamente utilizada junto a otros instrumentos, la escala indica si se ha tenido el suficiente descanso nocturno a través de la ausencia o presencia de estados de somnolencia diurna. El sujeto caso de estudio de esta investigación durante las primeras siete semanas presentó valores dentro de los rangos normales límites (Epworth < 9), evidenciando durante las últimas dos semanas previo a la lesión deportiva niveles de somnolencia excesiva (Epworth = 11). Este aspecto puede ser otro factor de riesgo que potenció la generación de la lesión en el atleta. En un estudio desarrollado por Duran et al. (2015) en 44 deportistas paraolímpicos que clasificaron a los Juegos Panamericanos en 2015 se encontró que el 27.7% presentaron somnolencia diurna, por su parte, Juliff et al. (2015) en 283 atletas élite australianos encontró que el 42,1% presentaba somnolencia diurna ocasionada por dificultades para dormir. Es necesario comprender que la ausencia de sueño adecuado en los atletas disminuye la capacidad de recuperación disminuyendo el



rendimiento deportivo, entre otros aspectos, incrementando el riesgo de accidentes o lesiones (Kölling et al., 2019).

Finalmente, es necesario reconocer que el sujeto de estudio previamente había presentado lesiones deportivas que requirieron de intervención médica en su proceso de rehabilitación y recuperación, además, de una reducción en los entrenamientos y, durante el desarrollo del estudio se encontraba en controles médicos por dicha condición. Este aspecto también puede condicionar la carga percibida del atleta, por ejemplo, Boeding et al. (2019) en bailarines profesionales encontró que aquellos que presentaban síntomas de lesión percibían una mayor carga de entrenamiento en comparación con los sujetos sin síntomas. Por otro lado, Jacobsson et al. (2013) han reportado que los atletas que han presentado lesiones graves previas (año anterior a su actual preparación) tienen un riesgo de hasta cuatro veces de sufrir nuevamente una lesión (HR = 4.39). Los entrenadores deportivos deben analizar todos los componentes de la carga a la que están sujetos los atletas, tanto, de forma aislada como en su conjunto para comprender los posibles efectos de ésta sobre la *performance* y la salud del atleta.

## 5. CONCLUSIONES

La lesión deportiva ocurrió previo a varias sesiones de alta intensidad expresadas en sRPE y en la semana de mayor volumen, no reflejándose esta situación a través de la FCm, ni en la semana de mayor valor en AU, IM e IF. A pesar de lo anterior, no se evidenció una posible relación entre una alta carga de entrenamiento y la lesión, esta última, pudo potenciarse por los niveles de deshidratación registrados por el atleta junto con niveles de somnolencia severa en las últimas semanas de entrenamiento e historial de lesiones que incrementan el riesgo de lesión. Se concluye que algunos medios y métodos para el control de la carga de entrenamiento no reflejan la carga real vivenciada por el atleta, por ello, la importancia de implementar por parte de entrenadores y atletas varios mecanismos de control a fin de tener un mejor seguimiento de esta, contribuyendo a una mejor prescripción del entrenamiento y a evitar futuras lesiones.

## 6. REFERENCIAS

1. Agostinho, M. F., Philippe Ag Fau - Marcolino, G. S., Marcolino Gs Fau - Pereira, E. R., Pereira Er Fau - Busso, T., Busso T Fau - Candau, R. B., Candau Rb Fau - Franchini, E., & Franchini, E. (2015). Perceived training intensity and performance changes quantification in

- judo. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1570-1577. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000777>
2. Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Castellani, J. W., Bergeron, M. F., Kenefick, R. W., LaGasse, K. E., & Riebe, D. (1994). Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 4(3), 265–279. <https://doi.org/10.1123/ijsn.4.3.265>
  3. Armstrong, L. E., & VanHeest, J. L. (2002). The unknown mechanism of the overtraining syndrome: clues from depression and psychoneuroimmunology. *Sports Medicine*, 32(3), 185-209. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232030-00003>
  4. Babbie, E. (2000). *Fundamentos de la investigación social*. International Thomson Editores.
  5. Boeding, J. R., Visser, E., Meuffels, D. E., & de Vos, R. J. (2019). Is Training Load Associated with Symptoms of Overuse Injury in Dancers? A Prospective Observational Study. *Journal of Dance Medicine & Science*, 23(1), 11-16. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.23.1.11>
  6. Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
  7. Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Autonomic control of heart rate during and after exercise: Measurements and implications for monitoring training status. *Sports Medicine*, 38(8), 633-646. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838080-00002>
  8. Boullosa, D. A., & Foster, C. (2018). "Evolutionary" based periodization in a recreational runner. *Sport Performance & Science Reports*, 36(1), 1-3.
  9. Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., . . . Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2161-S2170. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2017-0208>
  10. Bouzas, J. C., Ottoline, N. M., & Delgado, M. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 45(168), 251-258. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2010.04.003>
  11. Calvert, T. W., Banister, E. W., Savage, M. V., & Bach, T. (1975). A Systems Model of the Effects of Training on Physical Performance. *Australian journal of science and medicine in sport*, 7(3), 57-61.
  12. Campos, M. A., & Toscano, F. J. (2018). Comparación de la percepción subjetiva del esfuerzo entre partidos amistosos y diferentes tipos de sesión en futbolistas profesionales. *Retos*, 34, 66-70. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.55248>
  13. Cheuvront, S. N., & Kenefick, R. W. (2011). Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 257-285. <https://doi.org/10.1002/cphy.c130017>
  14. Cheuvront, S. N., Kenefick, R. W., Montain, S. J., & Sawka, M. N. (2010). Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1989-1995. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00367.2010>
  15. Chica-Urzola, H. L., Escobar-Córdoba, F., & Eslava-Schmalbach, J. (2007). Validación de la Escala de Somnolencia de Epworth. *Revista Española de de Salud Pública* 9(4), 558-567. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642007000400008>
  16. Chiner, E., Arriero, J. M., Signes-Costa, J., Marco, J., & Fuentes, I. (1999). Validación de la versión española del test de somnolencia Epworth en pacientes con síndrome de apnea de sueño. *Archivos de Bronconeumología*, 35(9), 422-427. [https://doi.org/10.1016/S0300-2896\(15\)30037-5](https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)30037-5)
  17. Dattilo, M., Antunes, H. K., Medeiros, A., Mônico, M., Souza, H. S., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and

- promising hypothesis. *Medical hypotheses*, 77(2), 220-222. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.04.017>
18. Desgorces, F. D., Hourcade, J. C., Dubois, R., Toussaint, J. F., & Noirez, P. (2020). Training load quantification of high intensity exercises: Discrepancies between original and alternative methods. *PloS one*, 15(8), e0237027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237027>
  19. Durán, S., Arroyo, P., Varas, C., Herrera-Valenzuela, T., Moya, C., Pereira, R., & Valdés-Badilla, P. (2015). Calidad del sueño, somnolencia e insomnio en deportistas paralímpicos de élite chilenos. *Nutrición Hospitalaria*, 32(6), 2832-2837. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.6.9893>
  20. Eston, R. (2012). Use of ratings of perceived exertion in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 72(2), 175-182. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.2.175>
  21. Feddermann-Demont, N., Junge, A., Edouard, P., Branco, P., & Alonso, J. M. (2014). Injuries in 13 international Athletics championships between 2007-2012. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 513-522. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093087>
  22. Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164-1168. <https://doi.org/10.1097/00005768-199807000-00023>
  23. Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., . . . Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
  24. García-Ramos, A., Feriche, B., Calderón, C., Iglesias, X., Barrero, A., Chaverri, D., . . . Rodríguez, F. A. (2015). Training load quantification in elite swimmers using a modified version of the training impulse method. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 85-93. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.922621>
  25. Jacobsson, J., Timpka, T., Kowalski, J., Nilsson, S., Ekberg, J., Dahlström, Ö., & Renström, P. A. (2013). Injury patterns in Swedish elite athletics: annual incidence, injury types and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 47(15), 941-952. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091651>
  26. Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14(6), 540-545. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180de5f22>
  27. Judelson, D. A., Maresh, C. M., Farrell, M. J., Yamamoto, L. M., Armstrong, L. E., Kraemer, W. J., . . . Anderson, J. M. (2007). Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1817-1824. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180de5f22>
  28. Judge, L. W., Moreau, C., & Burke, J. R. (2003). Neural adaptations with sport-specific resistance training in highly skilled athletes. *Journal of Sports Sciences*, 21(5), 419-427. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071173>
  29. Juliff, L. E., Halson, S. L., & Peiffer, J. J. (2015). Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(1), 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.02.007>
  30. Kavouras, S. A., Johnson, E. C., Bougatsas, D., Arnaoutis, G., Panagiotakos, D. B., Perrier, E., & Klein, A. (2016). Validation of a urine color scale for assessment of urine osmolality in healthy children. *European Journal of Nutrition*, 55(3), 907-915. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0905-2>
  31. Kölling, S., Duffield, R., Erlacher, D., Venter, R., & Halson, S. L. (2019). Sleep-Related Issues for Recovery and Performance in Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 144-148. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0746>
  32. Luijkx, T., Cramer, M. J., Prakken, N. H., Buckens, C. F., Mosterd, A., Rienks, R., . . . Velthuis, B. K. (2012). Sport category is an important determinant of cardiac adaptation: an

- MRI study. *British Journal of Sports Medicine*, 46(16), 1119-1124. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090520>
33. Martin, D. E., & Coe, P. N. (2007). *Entrenamiento para corredores de fondo y medio fondo*. Editorial Paidotribo.
  34. Menard, S. (2008). *Handbook of longitudinal research: Design, measurement, and analysis*. Elsevier.
  35. Mujika, I. (2006). Métodos de cuantificación de las cargas de entrenamiento y competición. *Kronos*, 5(10), 45-54.
  36. Noakes, T. D. (2004). Linear relationship between the perception of effort and the duration of constant load exercise that remains. *Journal of Applied Physiology*, 96(4), 1571-1573. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01124.2003>
  37. Palacios, N., Manonelles-Marqueta, P., Alcaraz-Martínez, J., Álvarez-Medina, J., Jiménez-Díaz, F., Luengo-Fernández, E., . . . Villegas-García, J. A. (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 126(25), 245-258.
  38. Platonov, V. N., Fessenko, S. L., & Beltrán, A. T. (1994). *Los Sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo: teoría y práctica*. Editorial Paidotribo.
  39. Raymond, J. R., & Yarger, W. E. (1988). Abnormal urine color: differential diagnosis. *Southern Medical Journal*, 81(7), 837-841. <https://doi.org/10.1097/00007611-198807000-00008>
  40. Rogalski, B., Dawson, B., Heasman, J., & Gabbett, T. J. (2013). Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 499-503. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.004>
  41. Ryan, D., Robards, K., Prenzler, P. D., & Kendall, M. (2011). Recent and potential developments in the analysis of urine: a review. *Analytica Chimica Acta*, 684(1-2), 17-29. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2010.10.035>
  42. Schinke, R. J., Battocchio, R. C., Dube, T. V., Lidor, R., Tenenbaum, G., & Lane, A. M. (2012). Adaptation Processes Affecting Performance in Elite Sport. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(2), 180-195. <https://doi.org/10.1123/jcsp.6.2.180>
  43. Shirreffs, S. M., & Maughan, R. J. (1998). Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *American Physiological Society Journal*, 274(5), F868-F875. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.1998.274.5.F868>
  44. Simerville, J. A., Maxted, W. C., & Pahira, J. J. (2005). Urinalysis: a comprehensive review. *American Family Physician*, 71(6), 1153-1162.
  45. Steele, J., Plotkin, D., Van Every, D., Rosa, A., Zambrano, H., Mendelovits, B., . . . Schoenfeld, B. J. (2021). Slow and Steady, or Hard and Fast? A Systematic Review and Meta-Analysis of Studies Comparing Body Composition Changes between Interval Training and Moderate Intensity Continuous Training. *Sports*, 9(11), 155. <https://doi.org/10.3390/sports9110155>
  46. Suslov, F., Popov, Y., Kulakov, V., & Tijonov, S. (1982). *Carrera de medio fondo y fondo: Sistema de preparación*. Fizkultura y Sport.
  47. Viru, A., & Viru, M. (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Editorial Paidotribo.
  48. Wallace, L., Coutts, A., Bell, J., Simpson, N., & Slattery, K. (2008). Using Session-RPE to Monitor Training Load in Swimmers. *Strength & Conditioning Journal*, 30(6), 72-76. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31818eed5f>

## **Anexo 1. Diagnóstico de exámenes clínicos específicos**

---

### **RX de columna lumbosacra**

Se observa parcialmente escoliosis dorso lumbar con convexidad izquierda con angulación de 9°, cuerpos vertebrales de altura conservada, espacios vertebrales sin alteraciones.

---

### **Ecografía de tejidos blandos tendón aquiliano derecho**

Tejido celular subcutáneo sin lesiones focales ni difusas, planos musculares sin lesiones focales, no se observan colecciones de tipo sólido o quístico, tendón aquiliano de aspecto fibrilar sin lesiones en su origen/inserción no signos ecográficos sin desgarró, tendón colateral medial de aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de desgarró o calcificaciones en su recorrido se observa edema importante doloroso al barrido ecográfico y aumento de su ecogenicidad, tendón colateral lateral aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de desgarró o calcificaciones en su recorrido.

---

### **Ecografía articular de rodilla bilateral**

Rodilla derecha, tendón del cuádriceps femoral aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de desgarró o calcificaciones en su recorrido, tendón rotuliano aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de rupturas parciales o totales en su recorrido con buena inserción en la tibia, tendones de la pata de ganso se observa aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de desgarró o rupturas parciales o totales en su recorrido, cintilla ilio tibial de aspecto homogéneo fibrilar en todo su recorrido sin presencia de fisuras o rupturas parciales o total sin evidencias de calcificaciones, tendón colateral medial aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de desgarró o calcificaciones en su recorrido se observa edema importante doloroso al barrido ecográfico y aumento de su ecogenicidad, tendón colateral lateral aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de desgarró o calcificaciones en su recorrido.

Rodilla izquierda, tendón del cuádriceps femoral aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de desgarró o calcificaciones en su recorrido, tendón rotuliano aspecto homogéneo fibrilar sin presencia de rupturas parciales o totales en su recorrido con buena inserción en la tibia, tendones de la pata de ganso se observa aspectos homogéneos fibrilar sin presencia de desgarró o rupturas parciales o totales en su recorrido, cintilla ilio tibial de aspecto homogéneo fibrilar en todo su recorrido sin presencia de fisuras o rupturas parcial o total sin evidencia de calcificaciones.

---

### **Ecografía de pierna derecha**

Indicación dolor miembro derecho, en los hallazgos se encuentran ecogenicidad normal de los tendones de aquiles, gastrocnemios o soleos normales, rodilla sin evidencia de derrame articular.

---

### **RX de pelvis o articulación coxo femorales**

La densidad ósea es adecuada, no se advierten lesiones óseas traumáticas recientes, las relaciones sacroilíacas, coxofemorales y de la sínfisis púbica se encuentran simétricas y de características normales, no se encuentran lesiones expansivas líticas o escleróticas, tejidos blandos y líneas de grasa de aspecto normal, no se encuentran calcificaciones patológicas.

---

*\*Nota: Datos suministrados por los resultados de exámenes médicos especializados realizados por el laboratorio Biomédico del IDR.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento especial al deportista que participó en el presente estudio y a su entrenador que desinteresadamente contribuyó para la ejecución de este.

## **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

## **CONFLICTS OF INTEREST**

The authors declare no conflict of interest.

## **FUNDING**

This research received no external funding.

## **COPYRIGHT**

© Copyright 2023: Publication Service of the University of Murcia, Murcia, Spain.