



# VNiVERSiDAD D SALAMANCA

**FACULTAD DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA**

Grado en Fisioterapia

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Trabajo de investigación

## PREVENCIÓN DE LESIONES EN ATLETAS DE FONDO Y MEDIOFONDO

Estudiante: Paula Santos Alfageme

Tutor: Carlos Moreno

Salamanca, 29 de mayo de 2020.

## **Agradecimientos**

*En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mi familia y amigos por ser mi apoyo durante estos cuatro años.*

*Mencionar a mi hermano Miguel por su interés en mi formación como fisioterapeuta, especialmente en el campo de la fisioterapia deportiva.*

*Agradecer a mis amigos y compañeros de atletismo: Manuel, María y Diego por su implicación en mi trabajo y por ser un pilar fundamental en mi vida.*

## **INDICE**

<b>I. RESUMEN</b> .....	1
<b>II. INTRODUCCIÓN.</b> .....	1
1. El Atletismo de medio fondo y fondo.....	1
2.1 – Factores Intrínsecos.....	4
2.1.1 - Integridad física.....	4
2.1.2 - Nivel de condición física .....	5
2.1.3 – Calzado .....	6
2.1.4 - Entrenamiento invisible .....	7
2.1.5 - Medios de apoyo. ....	9
2.2 – Factores extrínsecos .....	11
2.3 –Medidas de prevención de lesiones.....	11
2.3.1 Estabilización lumbopélvica .....	12
2.3.1.2 Flexibilidad .....	12
2.3.1.3 Propiocepción.....	13
2.3.1.4 Trabajo de la musculatura del pie.....	14
2.3.1.5 Trabajo excéntrico .....	15
2.3.1.6 Trabajo del gesto deportivo: técnica de carrera.....	15
1.3 – Lesiones en al atletismo de medio fondo y fondo.....	15
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	17
<b>IV. POBLACIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	18
<b>V. RESULTADOS</b> .....	19
<b>VI.DISCUSIÓN</b> .....	25
<b>VII. CONCLUSIÓN</b> .....	27
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	29
<b>IX. ANEXOS</b> .....	24

## **I. RESUMEN**

El presente trabajo consiste en una investigación a cerca de las lesiones que sufren con mayor frecuencia los atletas de fondo y medio fondo, así como de los factores de riesgo de las mismas, tanto dependientes del medio (factores extrínsecos), como del propio deportista (factores intrínsecos). Para ello, se realizó una encuesta a una población de 89 atletas federados que se entrenan en la actualidad en distintas ciudades de las comunidades autónomas de Castilla y León, Galicia y Extremadura. El objetivo fundamental será el de relacionar aquellos factores como son la carga de entrenamiento, hábitos alimentarios, descanso, entrenamiento complementario, medidas de apoyo, con la aparición de lesiones.

Finalmente, desde el ámbito de la fisioterapia preventiva, se proponen una serie de medidas que podrían incluir los atletas en sus planes de entrenamiento de manera individual y adaptada a cada uno de ellos con el fin de actuar sobre aquellas variables modificables que predisponen al deportista a sufrir una lesión.

## **II. INTRODUCCIÓN.**

El deporte competitivo supone un riesgo de sufrir lesiones elevado debido a su nivel de exigencia tanto física como psicológica. Desde la fisioterapia se cuenta con algunas herramientas para ayudar al deportista a recuperarse de una lesión y regresar a su estado de forma anterior. Sin embargo, se trata de un proceso costoso que obliga a modificar sus entrenamientos, lo cual, en función de la gravedad de la lesión, puede alterar la trayectoria deportiva de forma importante e impedir el alcance de los objetivos propuestos. Por ello, para tratar de reducir al máximo la incidencia lesional, es necesario añadir ciertas medidas preventivas dentro de los programas de entrenamiento de los atletas.

### **1. El Atletismo de medio fondo y fondo**

Las pruebas de medio fondo son carreras de atletismo que se realizan en la pista cubierta y aire libre. Las distancias competitivas incluyen los 800 m, 1500 m y los 3000 m. En este tipo de pruebas los atletas realizan esfuerzos que requieren la combinación de velocidad y resistencia.

Dentro de las pruebas de fondo o de larga distancia, en la pista encontramos la carrera de 5000 m y la de 10000 m. Estas distancias también se realizan en carreras populares y en competiciones de campo a través. La media maratón corresponde a 21 km y la maratón a 42 km, dónde gran parte del recorrido se realiza por asfalto, aunque en algunas ocasiones tiene su llegada en una pista de atletismo.

Las pruebas mencionadas son las que los atletas realizan mayoritariamente, siendo estas las que pertenecen al programa olímpico. Sin embargo, existen carreras de calle con distancias variadas que realizan estos deportistas en diferentes etapas de la temporada.

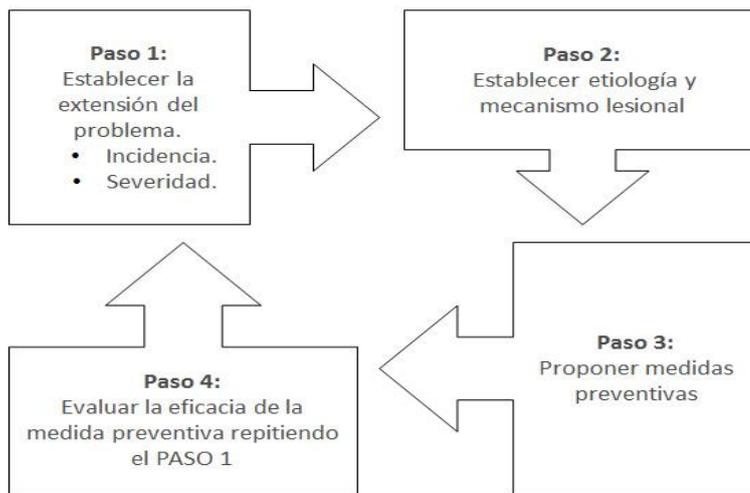
Para entrenar una prueba, se deben determinar cuáles son las cualidades específicas que requiere, a nivel de capacidades físicas, de técnica y de táctica para entrenar sobre ellas. Por otra parte, se tiene en cuenta la individualidad del deportista para trabajar sobre sus puntos débiles y fuertes. En el entrenamiento en medio fondo y fondo, los aspectos más importantes a tener en cuenta son metabólicos. Dependiendo de la prueba unos cobrarán más importancia que otros, ya que la diferencia fundamental entre las distintas pruebas está relacionada con el componente aeróbico y anaeróbico utilizado en cada una de ellas.<sup>1</sup>

En primer lugar, es necesaria la creación de una base aeróbica. Teniendo en cuenta que la resistencia está muy relacionada con la fuerza, también se debe entrenar esta cualidad para crear una base de fuerza. Otros aspectos que se trabajan son la técnica, velocidad, flexibilidad y equilibrio, dentro de lo que se denomina entrenamiento complementario. Siendo unas cualidades más importantes que otras para los atletas, se deben entrenar a lo largo de la temporada de forma ordenada y progresiva. Uno de los principios de entrenamiento a destacar es la progresión: en estos entrenamientos se debe ir desde el volumen a la intensidad, la cantidad a la calidad y lo general a lo específico.

Debido a las variaciones que se encuentran en la planificación del entrenamiento en cuanto a carga, intensidad y volumen a lo largo de la temporada, las lesiones que aparecen en los atletas están ampliamente relacionadas con la fase de la misma, y por tanto, se tiene que tener en cuenta cuándo se producen para realizar las medidas preventivas adecuadas.

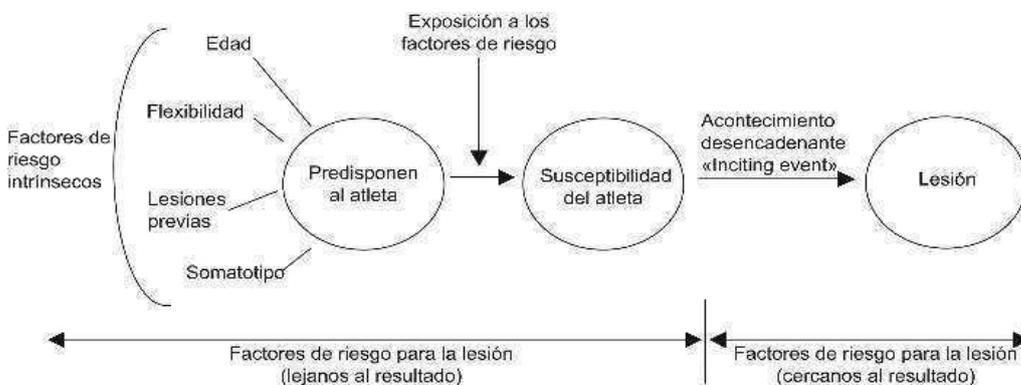
En el desarrollo del presente trabajo, se recogerán las lesiones más frecuentes derivadas de la práctica del atletismo, concretamente de las disciplinas de fondo y medio fondo, así como un análisis de los factores de riesgo siguiendo los modelos preventivos vigentes con el fin de establecer un protocolo.

El primer modelo preventivo secuencial para la investigación en prevención de lesiones fue en el año 1992 por Van Mechelen. Este modelo consta de 4 pasos definidos<sup>2</sup>:



**Figura 1.** Modelo de prevención de lesiones de Van Mechelen, 1992.

En la revisión del modelo publicado por Finch, se añade una etapa entre las fases 3 y 4: la eficacia. La aportación de esta nueva fase es necesaria para asegurarnos de que los protocolos sean eficaces desde una perspectiva científica. Para ello, deben ser evaluados con una metodología adecuada antes de ser probados por los clubs, federaciones y deportistas.<sup>3</sup>



**Figura 2.** Modelo de prevención de lesiones publicado por Finch.

En el diseño de protocolos deberán analizarse los aspectos que puedan condicionar su aplicación para determinar el ratio implementación de medidas/beneficio. También se debe analizar si dichas medidas pueden tener algún efecto perjudicial en el rendimiento o salud del deportista. Por ello y para determinar la eficiencia de las medidas propuestas es necesario un análisis detallado.

El atletismo se trata de un deporte de movimientos repetitivos, siendo la corrección de la actitud postural y de la biomecánica de la carrera el punto de partida para la aplicación de un plan preventivo. Las lesiones más frecuentes en las disciplinas de medio fondo y fondo son las de sobrecarga, cuyo origen es multifactorial, lo que, en muchas ocasiones hace que el proceso para determinar la causa sea complicado.<sup>4,5,6,7</sup> Dentro de los factores de riesgo que predisponen al atleta a sufrir una lesión podemos distinguir aquellos que dependen del propio deportista y los dependientes del medio donde se practica la actividad.<sup>8</sup>

## **2.1 – Factores Intrínsecos**

**2.1.1 - Integridad física:** que el atleta no presente ninguna disfunción física que le ponga en riesgo.

Un reconocimiento médico completo permite hacer un control y seguimiento del estado de salud de los atletas y detectar signos de enfermedades que puedan tener su origen en el esfuerzo físico para tomar medidas con el fin de reducir daños y alteraciones en su estado de salud.<sup>9</sup>

Desde la fisioterapia se destaca la importancia de una exploración física completa del aparato locomotor para determinar las variantes morfológicas de los individuos.

Como explica Frédéric Brigaud, en su libro “La Carrera, biomecánica y rendimiento”, estamos lejos de ser iguales. La forma, la orientación y la amplitud de las articulaciones difieren de unos a otros, al igual que los distintos huesos que componen el esqueleto. Una vez que se hayan descubierto y asimilado estos mecanismos, solo quedará ponerlos en práctica para integrar una nueva postura, mejorando de esta forma el gesto deportivo y en consecuencia prevenir la aparición de lesiones.<sup>10</sup>

Siguiendo esta línea, en primer lugar es recomendable realizar una exploración completa para determinar las variantes morfológicas individuales (desviaciones de eje varo-valgo, acortamiento de la musculatura, disimetrías izquierda o derecha,

variaciones en la morfología del pie o en la dinámica de la marcha, variaciones de la articulación femoro-patelar), así como los balances musculares (acortamiento cadena posterior y aductores).

En segundo lugar, se realizaría un análisis cinético y cinemático de la marcha y la carrera que consistiría en un estudio con detalle del gesto deportivo a través de plataformas de presiones y cámaras de filmación de alta velocidad.

Una vez realizado este análisis se podrían aplicar las medidas correctoras (potenciación muscular, propiocepción, flexibilidad, estabilización lumbopélvica, gesto deportivo) para reducir el riesgo lesional.

**2.1.2 - Nivel de condición física:** al igual que en el punto anterior, para la programación de un entrenamiento individualizado, se debe realizar una valoración del estado físico del atleta para optimizar el rendimiento físico del deportista no lesionado. Estos valores pueden tomarse como referencia para la recuperación tras haber sufrido una lesión, lo cual será de mucha ayuda en el tratamiento fisioterápico y readaptación.

2.1) Evaluación de parámetros de rendimiento y desequilibrios musculares.<sup>6</sup>

- Mediante “Bioimpedancia” se puede hacer un control de la composición corporal,
- Se llevan a cabo la “Bateria Functional Movement Screen” y el “Star Excursion Balance Test”, así como mediciones de fuerza máxima isométrica mediante dinamometría para evaluar los desequilibrios musculares.
- El uso de un “POWERbreathe” de serie mecánica permite la realización de un test específico para conocer la Resistencia Máxima de la Musculatura Inspiratoria y poder estimar la Presión Inspiratoria Máxima (PIM).
- El Test de Bosco está compuesto por una serie de saltos verticales para la valoración de la fuerza explosiva.

2.2) Determinación del perfil fisiológico individual y las zonas de entrenamiento

Los determinantes fisiológicos más importantes en el atletismo de fondo y medio fondo son el Volumen de Oxígeno Máximo ( $Vo_{2max}$ ) o la capacidad aeróbica máxima y el Umbral, o la capacidad de mantenerse a un % del  $Vo_{2max}$  durante un determinado tiempo (VAM).

La determinación del VO<sub>2</sub>max normalmente se obtiene a través de una prueba de laboratorio donde el deportista corre sobre un tapiz o pedalea sobre un ciclo-ergómetro a una intensidad creciente hasta la extenuación. Durante el ejercicio se mide directamente el Volumen de Oxígeno, hasta que éste deja de aumentar.

El rendimiento también está mediatizado por otro parámetro: la economía de carrera (energía consumida al correr a una intensidad submáxima). La relación entre estas 2 variables da como resultado el perfil aeróbico, que corresponde a la VAM (velocidad aeróbica máxima), que en el caso de la carrera es la velocidad o ritmo asociada a la máxima intensidad aeróbica. Se han propuesto distintas metodologías para estimar la VAM, entre las que se encuentra la velocidad media en un test de 5 min de carácter máximo.<sup>11</sup>

### **2.1.3 – Calzado**

El atleta deberá hacer la elección del calzado teniendo en cuenta su peso, la estructura de sus pies, la superficie de entrenamiento, el clima y el tipo de pisada. Para conocer este último parámetro es necesario un análisis de la pisada en un centro especializado, a partir del cual podrá elegir una zapatilla para pisada neutra, supinadora o pronadora en función de sus necesidades, así como añadir una plantilla personalizada si lo requiere.

Tenemos 3 tipos de zapatillas en función del uso en el atletismo:

-Las zapatillas de entrenamiento son las que se utilizan para correr a ritmos más lentos que aquellos que se van a realizarse en competición. Cada zapatilla será diferente en función de la amortiguación, el control del movimiento y la estabilidad, características que irán adecuadas a las necesidades del deportista. -

-Las zapatillas de competición o voladoras son muy ligeras, tienen menos amortiguación y se utilizan para correr a ritmos más rápidos como son los de la competición, entrenamientos de series o cambios de ritmo. Unas zapatillas con característica similares a las voladoras son las zapatillas de clavos, cuya característica principal es que cuenta con una placa con unos 5 o 6 clavos, que ayuda a mejorar el impulso. En función de la modalidad, estas zapatillas varían sus características, siendo las de fondo las más utilizadas, tanto para correr en pista como en campo a través. Además, dependiendo de la prueba se puede variar la longitud de los clavos.

-Entre las zapatillas de entrenamiento y las voladoras encontramos las mixtas, con características intermedias entre estas dos.

De forma general, el calzado tiene que ser flexible y ajustado al talón. Hay que tener en cuenta que no se debe estrenar el calzado en la competición o entrenamiento, siendo lo adecuado alternar el calzado viejo con el nuevo. Por ello, es importante que el atleta cuente con más de unas zapatillas, además de cambiarlas con cierta frecuencia en función del desgaste de la misma, el cual varía dependiendo de las características individuales mencionadas (pisada, grado de pronación..) y los cuidados de las mismas. Aunque no se puede establecer de forma exacta un tiempo de “caducidad” de las zapatillas, de manera general, para que las zapatillas no pierdan sus características, no deben exceder los 1000 km.

Por último, comentar que en el mundo del atletismo ha surgido el calzado minimalista, una nueva tendencia que tiene como objetivo principal reducir el número de lesiones.<sup>8,9</sup>

Gracias a los estudios de Lieberman y colaboradores podemos saber que la fase de impacto en la carrera es más pequeña en aquellos atletas que lo hacen con la parte anterior del pie. Esto sucede de forma general si se corre descalzo o con calzado minimalista (barefoot). La característica principal de este calzado es que interfiere mínimamente en los movimientos naturales del pie. Otra ventaja, es que este calzado no desplaza el centro de gravedad al correr, lo cual permite que el cuerpo esté más relajado y que la absorción del aterrizaje sea más gradual e instintiva.<sup>12,13</sup>

En la obra “La carrera: Postura, biomecánica y rendimiento”, Frédéric Brigaud nos orienta hacia esta tendencia con sus argumentos, ya que, prima el conocer el funcionamiento del cuerpo humano de forma natural. Otro concepto interesante que introduce el osteópata francés es el de “EAP” (apilamiento articular dinámico), es decir, que cadera, rodilla, tobillo y pie estén correctamente apilados para absorber y aplicar las fuerzas adecuadamente sin forzar la estructura articular. Siguiendo esta línea, se resalta de nuevo la importancia de realizar un estudio biomecánico completo y no centrarse únicamente en el análisis de la pisada para tratar de corregir los fallos a través de calzado y plantillas.<sup>10</sup>

#### **2.1.4 - Entrenamiento invisible**

Se denomina entrenamiento invisible a aquel que se realiza de forma pasiva a través de los hábitos cotidianos. Estos ayudan a los deportistas a asimilar las adaptaciones

producidas por las cargas de entrenamiento y evitar de esta forma la aparición de un daño.

Durante el ejercicio físico se activan una gran cantidad de genes que desencadenan los procesos catabólicos que permiten al músculo generar la energía necesaria para las contracciones, y al finalizar el ejercicio, desencadenar los procesos anabólicos necesarios para la recuperación de depósitos de sustratos (glucógeno) y la reparación de los posibles daños musculares por medio del descanso y de la restauración.

**La correcta alimentación** rica en hidratos de carbono y la rehidratación después del ejercicio son hábitos indispensables para la recuperación. El entrenamiento requiere el gasto de energía en forma de moléculas de ATP que las fibras musculares producen a partir de los sustratos energéticos como son la glucosa, los ácidos grasos y proteínas. Los combustibles óptimos son la grasa y los hidratos de carbono. Dietas ricas en hidratos de carbono y bajas en grasas (20% de la energía) proporcionan mayores reservas de glucógeno muscular y más velocidad por la utilización del metabolismo aeróbico, además de ser una dieta cardiosaludable.<sup>14</sup>

Una alimentación adecuada, además de tener un impacto importante en el rendimiento deportivo, supone un método preventivo ante la aparición de lesiones e interviene en el proceso de curación tras haber sufrido la misma:

-Una dieta poco saludable es en muchos casos la causa de lesiones que afectan al sistema musculo-esquelético: cuando nuestro organismo tiene unos niveles pro-inflamatorios y pro-oxidantes aumenta el riesgo de sufrir una lesión aguda o por sobrecarga.<sup>15</sup> -

-Un desbalance nutricional, por falta o exceso de nutrientes, puede generar problemas físicos y enfermedad, como es el caso de la anemia (muy común en atletas, sobre todo en mujeres fondistas). -

-El desbalance mineral y químico puede llevar a problemas de fatiga crónica, dolores musculares y calambres. -

-Una dieta donde se abuse de los alimentos acidificantes (productos refinados, alcohol, carnes) provocará acidosis en los tejidos (se acumulan productos tóxicos), lo cual dará lugar a rigidez, peor vascularización y por tanto, aumentará el riesgo de degeneración tendinosa y rotura fibrilar en las estructuras más solicitadas en el ejercicio. De ahí, la importancia de aportar al organismo alimentos alcalinos (vegetales, legumbres,

cereales, semillas) para equilibrar el pH, prestando más atención durante la competición y entrenamientos intensos, ya que, se generan radicales libres y ácido láctico, lo cual puede alterar la homeostasis del organismo.<sup>16</sup>

**Descanso y recuperación:** además de llevar una dieta adecuada, para recuperar las fibras musculares y tendinosas destruidas durante el entrenamiento y la competición, es necesario un descanso adecuado.

La especialista Paula Giménez Rodríguez, que participa en el informe de la Sociedad Española del Sueño<sup>13</sup>, en su análisis reseña el caso de lesiones por falta de descanso (dormir menos de 6 horas), lo cual provoca una disminución del control postural y propioceptivo, disminuye la concentración, atención y tiempo de reacción.

Dormir durante el día puede provocar una alteración del ciclo circadiano y la alteración del sistema hormonal, lo cual puede resultar en un descanso inadecuado y va a tener repercusión en la recuperación post-esfuerzo. Es por ello, que se recomienda que la siesta no dure más de 30 minutos para conseguir el rendimiento físico y mental óptimo.

Para poder mantener una buena higiene del sueño, es necesario que los atletas eviten entrenar a última hora de la tarde o a primera hora de la mañana para no provocar una restricción de las horas del sueño. De igual forma, es interesante señalar que realizar el entrenamiento en un momento del día de máxima actividad, puede ser una buena opción para disminuir la aparición de lesiones gracias a que el sistema nervioso mantiene al organismo en estado de alerta.<sup>17</sup>

Otro elemento a tener en cuenta es el **estrés**. Se ha demostrado que niveles de estrés elevados suponen una situación de vulnerabilidad del deportista ante la aparición de lesiones debido al cansancio y alteración de la higiene del sueño, el déficit de atención, que puede desencadenar un mal control postural y propioceptivo, así como por la aparición de la fatiga.<sup>18</sup>

### **2.1.5 - Medios de apoyo.**

Desde la fisioterapia preventiva se cuenta con distintas técnicas con eficacia sobre la recuperación muscular:

- **El masaje de descarga** se trata de una terapia manual intensa donde se aplican presiones y fricciones en los músculos que tienen mayor tono muscular como causa de la carga de entrenamiento con los siguientes objetivos:

- Reducción de los espasmos y calambres.
- Disminuir el exceso de tono y las contracturas musculares.
- Drenar los residuos catabólicos que producen la fatiga.
- Aumentar el aporte sanguíneo, la vascularización y la temperatura interna del músculo.
- Eliminación de dolores musculares.

-**El foam roller** ayuda a la auto liberación miofascial con el objetivo de la recuperación muscular. Los puntos gatillos o “trigger points” son nódulos que se encuentran dentro de una banda tensa de un músculo. Su característica principal es el dolor referido que producen, es decir, que dan dolor a otras partes del cuerpo cuando se presiona sobre ellos.

Su uso resulta interesante antes de la sesión (en la parte de activación, por su eficacia para el incremento de la amplitud de movimiento o rango articular, aumentando si se aplica junto a estiramientos dinámicos) y después de la sesión de entrenamiento (junto a los estiramientos, para la relajación muscular..).<sup>19</sup>

-**La crioterapia** es la utilización del frío como agente físico terapéutico. Dentro de sus efectos se encuentra el analgésico, antiinflamatorio, vasomotor, neurológico y antiespasmódico.

El hielo, en caso de contracturas o sobrecargas musculares disminuye la conducción neural, sin embargo, únicamente disminuye el tono cuando el músculo está hipertónico. Por ello, en este caso será interesante la combinación de la masoterapia y crioterapia, es decir, masaje con hielo.

Además de utilizar esta terapia en el tratamiento de lesiones (CRICER), puede ser interesante utilizar el hielo con un fin preventivo en competición y al finalizar los entrenamientos de velocidad.

Los baños de contraste aceleran el proceso de recuperación muscular tras una sesión intensa: gracias a la combinación de frío y calor se provocan respuestas sucesivas de vasoconstricción y vasodilatación cutánea, cuyo resultado es la estimulación de la circulación local en la extremidad tratada y, en menor grado, el incremento de la circulación en la extremidad contralateral no tratada, mejorando de esta forma la oxigenación tisular.

-**Las medias de compresión** son una prenda utilizada durante la carrera y después de la misma. Su utilización puede ser interesante para la recuperación post-ejercicio. Existen dos tipos: las medias compresivas tubulares (utilizadas durante la carrera) y las completas (utilizadas para la recuperación tras el esfuerzo). Las teorías que manejan los investigadores a cerca del funcionamiento de esta prenda están referidas al flujo sanguíneo y a la vibración muscular. La primera sostiene que debido a que la compresión tiene un impacto positivo sobre la circulación sanguínea y, por tanto, una mejor oxigenación de los tejidos favorecería la recuperación en atletas tras un esfuerzo. La teoría de la vibración muscular explica que las medias reducen la vibración que se produce a causa de las fuerzas de impacto que se crean durante el movimiento al correr y puede ser interesante en el proceso de recuperación.<sup>20</sup>

## **2.2 – Factores extrínsecos**

La propia práctica del deporte es un gran factor lesivo.

Un aspecto a tener en cuenta en la prevención de lesiones en el atletismo es la superficie sobre la que se corre. Existen diversas clasificaciones de los tipos de suelo: en función del material, porosidad, pendiente, peralte, regularidad y capacidad higroscópica.

Los corredores modifican la biomecánica de sus carreras en función de la superficie sobre la que realizan su entrenamiento (hierba, arena, asfalto...). Se sabe que ciertas modificaciones de las características biomecánicas del individuo pueden predisponer a la aparición de lesiones por sobreuso que pueden llegar a provocar una lesión en el individuo.<sup>21</sup> Sin embargo, no hay suficientes estudios para establecer qué superficie es la mejor para evitar la lesión.

Debido a que cada superficie tiene sus ventajas y desventajas, lo recomendable es utilizar un terreno variado, haciendo la elección en función del tipo de entrenamiento a realizar y las necesidades del sujeto.

## **2.3 – Medidas de prevención de lesiones**

A continuación, se describen una serie de medidas que pueden ayudar al atleta en la prevención de lesiones y que deben ser adaptadas individualmente y no aplicadas a un conjunto, error que se suele cometer frecuentemente en equipos y clubs deportivos.

### **2.3.1 Estabilización lumbopélvica**

“CORE” es un concepto funcional utilizado habitualmente para referirse de forma conjunta a las estructuras musculares y osteoarticulares de la parte central del cuerpo, que incluyen el raquis dorso-lumbar, la pelvis y las caderas. La principal función de este complejo es proporcionar la estabilidad necesaria para la generación de fuerza y movimiento en las articulaciones distales. Este sistema se encarga de distribuir fuerzas externas y transferir la carga entre la pelvis y la caja torácica.

En atletismo este concepto es muy importante, ya que, las estructuras referidas participan conjuntamente en el mantenimiento de la estabilidad del tronco y en la generación y transferencia de fuerzas desde la parte central del cuerpo hacia las extremidades en la carrera, siendo el centro de las cadenas cinéticas que participan en estas acciones. Un “CORE” activo durante la carrera podría evitar posibles lesiones como consecuencia de posturas inadecuadas o sobrecargas musculares.

Inicialmente, para crear una base estable, es recomendable comenzar con ejercicios donde la contracción muscular se acompaña de intentar mantener una compresión en la columna (“low compression loads”). Esto permitirá tener una base sólida que facilite el control de los movimientos.<sup>22</sup> Los principales ejercicios que pueden ser útiles para conseguir este objetivo son los siguientes: maniobra de “hundimiento abdominal” (abdominal howling), maniobra de “tirantez abdominal” (abdominal bracing), puente lateral (side bridge), el bird-dog, el encorvamiento del tronco (curl up) y planchas.

#### **2.3.1.2 Flexibilidad**

Según la evidencia científica, la aplicación sistemática de programas de estiramientos consigue mejoras en la flexibilidad. Se encuentran descritas un gran número de técnicas de estiramiento, cada una de ellas con una serie de ventajas e inconvenientes que podrán justificar su utilización en función de los objetivos.<sup>23</sup>

Dado que todas tienen el mismo efecto sobre la mejor de la amplitud articular (ROM), no se puede concluir que una técnica sea más eficaz que otra. Por lo que, se pueden aplicar indiferentemente para la mejora de la flexibilidad.

En el ámbito del atletismo vamos a hablar de 2 técnicas de estiramiento que se pueden utilizar para trabajar la flexibilidad teniendo en cuenta el momento de su aplicación (antes o después del entrenamiento):

a) Estiramiento dinámico (Dynamic Range of Motion). La elongación de la musculatura es permitida por la contracción de la musculatura antagonista y el consecuente movimiento de la articulación a través de todo el rango de movimiento permitido, de manera lenta y controlada (inhibición recíproca).

Se recomienda su aplicación durante la fase de calentamiento por el incremento de la temperatura que provoca y la capacidad de moverse en un rango de movimiento no restringido que le proporciona al músculo.

b) El estiramiento estático (stretching) reduce la rigidez muscular debido a la producción del reflejo de inhibición de los músculos agonistas y sinergistas al estiramiento. A pesar de que el estiramiento estático es efectivo para incrementar la flexibilidad estática medida a través del rango de movimiento, esto no afecta a la flexibilidad dinámica medida a través de la resistencia activa y pasiva. Se pueden diferenciar 2 formas de trabajo distintas: el estiramiento estático-pasivo y el estiramiento estático-activo, siendo interesante la aplicación de ambos al final de la sesión por el efecto descrito.

### **2.3.1.3 Propiocepción**

El sistema nervioso central (SNC), además de los recursos ofrecidos por el sistema visual y vestibular, recibe en todo momento información sobre los cambios que se producen en el organismo y en su entorno gracias a unos receptores situados en todo el cuerpo que configuran el sistema somato-sensorial (Lephart y col., 1998).<sup>24</sup>

Cuando ocurre una lesión se produce una alteración en este sistema. De igual forma, existen alteraciones propioceptivas previas a la aparición de la lesión incluso en sujetos que no han sufrido lesión anteriormente, lo cual, supone un riesgo a tener en cuenta.

Para compensar los deterioros propioceptivos es necesario incorporar el entrenamiento de los mismos a modo de prevención primaria para los atletas, ya que, se ha demostrado que reducen la incidencia de los esguinces de tobillo (tanto en personas que lo han sufrido como en aquellos que no).<sup>25</sup>

Este tipo de entrenamiento es aconsejable realizarlo durante toda la temporada pero con intensidades y cargas diferentes. Se comenzaría en la pretemporada con ejercicios más sencillos y generales y se irían introduciendo variables hasta llegar a un entrenamiento más específico a través de movimientos más similares a la competición o un trabajo de estabilidad en condiciones de fatiga.

Una anotación a tener en cuenta a la hora de la realización de los ejercicios es que debe primar el sistema nervioso con su control sobre el sistema muscular a través del sistema propioceptivo. El principal objetivo será dar estabilidad al sistema articular y muscular sin compensaciones y siempre buscando el equilibrio muscular. Por ello, es recomendable realizarlo al inicio de la sesión tras la realización de ejercicios de movilidad articular para estimular a los propioceptores debido a que es el momento de mayor atención y concentración y nuestro sistema nervioso nos permite responder con mayor eficacia.

Por estas razones y siguiendo el principio de progresión; es necesario comenzar por un trabajo sobre plano inestable y avanzar en dificultad. Una vez el sistema propioceptivo lo permita, se puede realizar el entrenamiento sobre un plano inestable (Bossu, colchoneta), así como con elementos externos (como piedras, obstáculos, un escalón a modo de pendiente) para simular el escenario de competición y entrenamiento.

#### **2.3.1.4 Trabajo de la musculatura del pie**

Con el objetivo de buscar el equilibrio muscular desde los pies, existen distintos para aumentar el dinamismo, la flexibilidad y la estabilidad del pie y mejorar de esta forma su funcionalidad.<sup>26</sup>

Para el trabajo de los distintos músculos del pie (flexores dorsales, flexores plantares, inversores y eversores) se pueden realizar ejercicios de fortalecimiento y estiramiento. También se debe trabajar la musculatura intrínseca del pie a través de estiramientos de toda la cadena posterior, auto masaje de la planta del pie y el método Melt. Este último es un sistema de auto tratamiento que ayuda en el proceso de restauración del sistema del tejido conectivo con el fin de reducir tensiones acumuladas en el organismo y reducir de esta forma tanto el dolor agudo como el crónico.

Otra recomendación es la realización de ejercicios para reforzar los músculos y ligamentos de forma inespecífica (andar de puntillas, recoger objetos pequeños, andar de talón, andar descalzo).

### **2.3.1.5 Trabajo excéntrico**

Este tipo de contracción sirve para frenar movimientos (correr cuesta abajo, pararse, cambiar de ritmo...) y son causa frecuente de lesiones musculares y tendinosas por la falta de adaptación del deportista a este gesto.

Por ello, la incorporación de este tipo de trabajo se tiene que tener en cuenta dentro de la planificación del entrenamiento, ayudando a economizar zancadas y reducir la fatiga en largas distancias. Se debe realizar de una manera progresiva e individualizada, comenzando con ejercicios isométricos y concéntricos hasta llegar a los ejercicios excéntricos, que son los que ayudan al atleta en la prevención de este tipo de lesiones.<sup>27</sup>

### **2.3.1.6 Trabajo del gesto deportivo: técnica de carrera.**

Este tipo de entrenamiento debe realizarse para mejorar la biomecánica de la carrera, cuya incorrecta ejecución supone un factor de riesgo lesional.

Para analizar el gesto técnico, en primer lugar, se debe conocer de forma detallada las 4 fases de la carrera (amortiguamiento, apoyo, impulso y vuelo).

Hay que tener en cuenta también que no hay dos atletas que corran de forma exactamente igual: todas las personas se diferencian en su estructura anatómica, en las proporciones físicas, en potencia y flexibilidad, en la postura y, más en concreto, en la forma de interpretar determinadas fases fundamentales de la carrera.<sup>11</sup>

Por ello, es necesario resaltar de nuevo la importancia de realizar un estudio biomecánico completo, para poder trabajar de forma individualizada, evitando compensaciones y sobrecargas musculares debidas a un mal gesto deportivo.

## **1.3 – Lesiones en al atletismo de medio fondo y fondo**

En los corredores de fondo y medio fondo las lesiones más frecuentes son las de sobrecarga, entre las cuales se encuentran las lesiones tendinosas y las musculares. Dentro de estas, las que se dan con mayor frecuencia son el síndrome de la cintilla iliotibial, la tendinopatía aquilea, la periostitis tibial, el síndrome femoro-patelar, la fascitis plantar y las sobrecargas musculares.<sup>4,5,6,7.</sup>

La patología tendinosa hace referencia a aquellas lesiones o alteraciones tisulares que asientan a nivel de los tendones. Estas alteraciones siguen siendo estudiadas y discutidas, igualmente que los factores que las desencadenan, haciendo de ella una patología que genera mucha controversia a la hora de aplicar tratamientos ya que en una lesión del tendón se pueden encontrar cambios degenerativos combinados con signos inflamatorios, hay afectación de distintas estructuras y su localización es variada. De forma general se pueden clasificar estas lesiones en dos tipos: **La tendinopatía** es una lesión que aparece por la realización de gestos repetitivos. Como ya se ha comentado, la causa es la sobrecarga y unida a esta también se encuentran los factores predisponentes. Esta lesión consiste en una inflamación de la cubierta externa del tendón y para que se produzca debe haber siempre un agente traumático: habrá un proceso inflamatorio agudo con fagocitosis del quinto al séptimo día y a partir de este periodo actúan las células reparadoras y regeneradoras durante un tiempo entre 18 y 21 días. Si es más de 21 días se vuelve crónico y se fibrosa.

La tendinosis consiste en la degeneración del tendón y es menos frecuente que la tendinopatía.

Las tendinopatías más frecuentes en atletas son las que asientan sobre el tendón rotuliano, el tendón de Aquiles y la cintilla iliotibial.<sup>4,6,7</sup>

**El síndrome de la cintilla iliotibial** aparece frecuentemente en atletas de fondo y gran fondo. La causa es una fricción de la cintilla femoro-tibial unida a alteraciones dinámicas de la huella plantar. El síntoma principal consiste en dolor en la cara externa de la parte inferior del muslo.

**La tendinopatía Aquilea** se manifiesta como un dolor en la parte posterior del pie, de ritmo tendinoso y puede asentar en el cuerpo del tendón o en la inserción del calcáneo. Dentro de los factores que favorecen a su aparición se encuentran las alteraciones biomecánicas y la presión del calzado sobre el tendón.

**La tendinopatía rotuliana** se manifiesta como un dolor en esta estructura, sobre todo cuando se realiza extensión resistida. Dentro de los factores que favorecen su aparición se encuentran las alteraciones del ángulo Q (femoro-tibial), los desequilibrios musculares, un mal posicionamiento de la rótula, las superficies de entrenamiento, la alimentación, la deshidratación y las infecciones.

**La fascitis plantar** es la causa más frecuente de talalgia y consiste en la inflamación del origen de la fascia a nivel de la tuberosidad antero-interna del calcáneo. Esta lesión produce dolor localizado en la zona antero-interna del talón, que puede irradiarse hacia el borde interno del pie. Tras el proceso inflamatorio, si la patología persiste de forma prolongada, pueden producirse cambios degenerativos. Los pacientes suelen presentar alteraciones biomecánicas que, asociadas junto a otros factores como son una técnica deportiva deficiente, calzado inadecuado, mala dosificación del entrenamiento o inadaptación personal, constituye la etiología de la fascitis.

**La periostitis** se trata de la inflamación del periostio (membrana que recubre el hueso). La causa más frecuente de aparición es la sobrecarga y los factores que la provocan son los siguientes: técnica deportiva deficiente, calzado inadecuado, mala dosificación del entrenamiento, inadaptación personal y/o pavimento inadecuado. La periostitis más frecuente es la que aparece en la cara interna de la tibia y recibe el nombre de periostitis tibial.

**Las fracturas por stress o sobrecarga** son grietas muy delgadas en los huesos que aparecen debido a un entrenamiento excesivo. Esta sobrecarga provocada por microtraumatismos de repetición, junto a la falta de adaptación y realización incorrecta del gesto deportivo, pueden dar lugar a la ruptura de la continuidad ósea. Las localizaciones más frecuentes en corredores son la tibia (el tercio distal), el maléolo interno y el segundo y tercer metatarsianos (en fondistas).

**El síndrome femoro-patelar (SPF)** puede ser definido como un dolor en la parte delantera de la rodilla, alrededor de la rótula (patela) resultante de alteraciones físicas y biomecánicas en la articulación patelofemoral. Generalmente, los pacientes relatan los síntomas después del uso excesivo de la articulación o cuando aumentan la intensidad de las actividades, siendo frecuente en atletas adolescentes y adultos jóvenes. El dolor puede también ser desencadenado por permanecer sentados por tiempo prolongado. Aunque no hay una evidencia clara, las causas más frecuentemente encontrados son la sobrecarga, los desequilibrios y debilidad muscular, lesiones previas y cirugía.

### **III. OBJETIVOS**

- a) Conocer las lesiones más frecuentes en atletas de fondo y medio-fondo.
- b) Determinar los factores de riesgo de las lesiones más comunes.

c) Diseñar un protocolo de prevención de lesiones en atletas de fondo y medio-fondo teniendo en cuenta la epidemiología.

#### **IV. POBLACIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS**

Los datos se obtuvieron de un estudio descriptivo transversal realizado sobre 89 atletas de las comunidades autónomas de Castilla y León, Extremadura y Galicia, de los cuales 56 fueron hombres y 33 mujeres.

El instrumento utilizado para la recogida de datos fue una encuesta que los deportistas rellenaron a lo largo del mes de febrero mediante un software para la creación de encuestas online denominado “survio”. (**Anexo 1**)

**Los criterios de inclusión** fueron los siguientes:

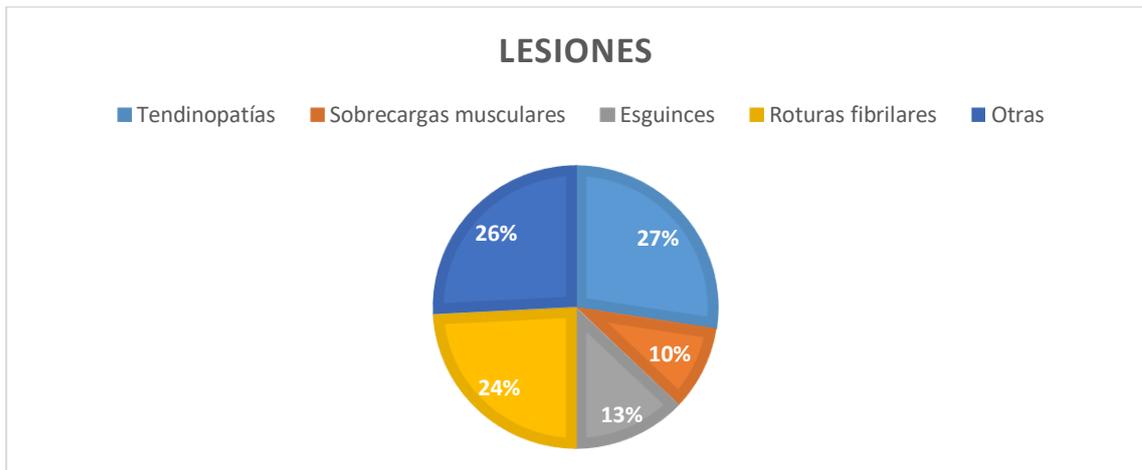
- Edad comprendida entre 14 y 30 años. -
- Atletas federados con un nivel deportivo óptimo (al menos entrenan entre 3 y 4 veces a la semana). -
- Realización de entrenamientos enfocados a pruebas de mediofondo (800m, 1500m, 3000m) y fondo (5k,10k,21k,42k).

Se registraron un total de 106 cuestionarios rellenados por los deportistas. De estos, se descartaron 11 por no cumplir los criterios de inclusión propuestos.

Los atletas respondieron a 24 preguntas en relación a su programa de entrenamiento, sus hábitos, medidas de prevención adoptadas y las lesiones sufridas en los últimos 2 años. Una vez recogidos los datos (edad, género, lesiones, tratamiento, readaptación, sesiones semanales, medidas preventivas, entrenamiento complementario, hábitos alimenticios, etcétera...), se analizaron en detalle con el objetivo de determinar los distintos factores de riesgo y se estableció la relación entre cada uno de ellos y la aparición de lesiones.

Por último, en función de los hallazgos tras el análisis de los datos y siguiendo la literatura científica, se proponen una serie de medidas preventivas como recomendación para minimizar los factores de riesgo que predisponen al atleta a sufrir una lesión.

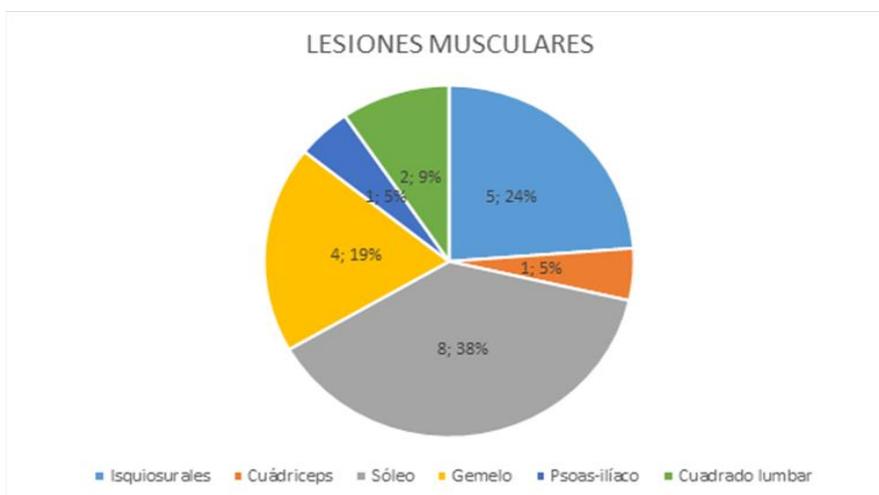
## V. RESULTADOS



**Gráfica 1.** Clasificación general de las lesiones encontradas en los atletas.

La frecuencia de presentación de las lesiones en las modalidades de fondo y medio fondo es alta: de los 89 atletas que participaron en el estudio, 55 sufrieron al menos una lesión en los últimos 2 años (61,79%). Se registraron un total de 62 lesiones. Como se puede observar en la gráfica 1, las más frecuentes son las lesiones musculares, pues aparecieron 21 casos (33,87%), seguidas de las lesiones tendinosas, donde se encontraron 17 casos de tendinopatía (27,41%).

Se dieron un total de 21 lesiones musculares que se encuentran representadas en la gráfica 2: se produjeron 6 sobrecargas en distintas estructuras (bíceps femoral, sóleo, psoas ilíaco y espalda). Las roturas fibrilares se dieron en su mayoría sobre el tríceps sural (el 66,66%): 6 sobre el sóleo y 4 sobre el gemelo interno. También se encontraron 4 roturas sobre los isquiosurales (el 26,6%) y 1 sobre el recto anterior del cuádriceps.



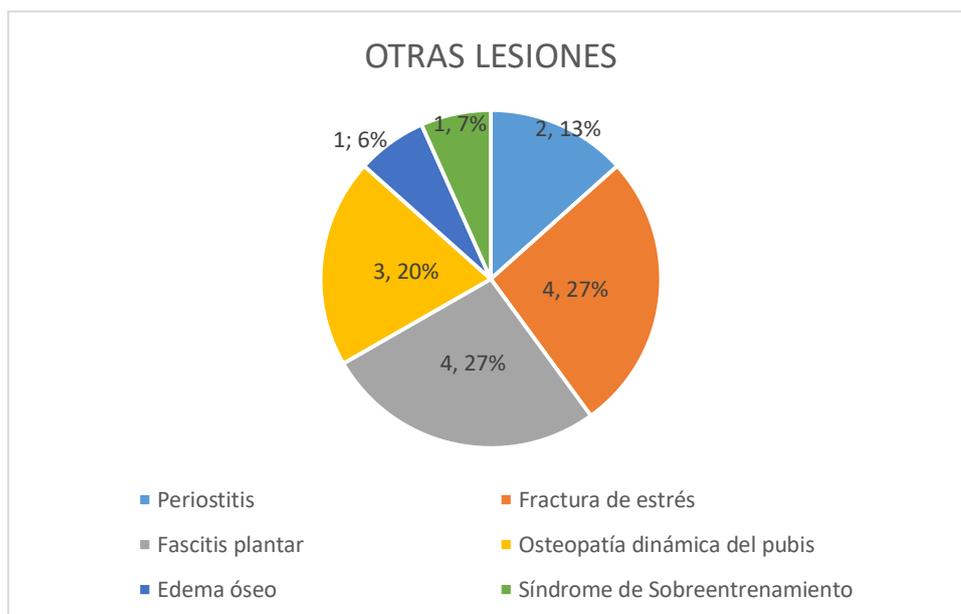
**Gráfica 2.** Lesiones musculares encontradas en los atletas.

De las 17 lesiones tendinosas, como se puede observar en la gráfica 3, 6 afectaron al tendón de Aquiles (35,29%), 6 al tendón rotuliano (35,29%), se encontraron 3 casos de síndrome de cintilla iliotibial (17,64%) y 2 tendinopatías del tibial posterior (11,76%).



**Gráfica 3.** Lesiones tendinosas encontradas en los atletas.

Además de las anteriores, aparecieron otras lesiones típicas (Gráfica 4) en corredores: 1 caso de periostitis, 3 de pubalgia, 3 de fascitis plantar, 1 síndrome de sobreentrenamiento, 1 edema óseo y 4 fracturas de estrés (tibial y sobre escafoides).



**Gráfica 4.** Otras lesiones encontradas en los atletas.

En cuanto a las medidas de prevención, siendo el reconocimiento médico el punto de partida de cualquier planificación del programa de entrenamiento, es interesante comentar que a un total de 30 atletas (33,7 %) no le realizan reconocimiento médico; por tanto, se encontrarían en riesgo por el desconocimiento de su estado de salud actual.

Solamente a 13 atletas (14,6 %) se le realizó una exploración física completa para determinar las variantes morfológicas junto al análisis de la biomecánica de la carrera, aunque no se encontraron diferencias con el número de lesiones sufridas respecto a los que no se le realizó la evaluación. A 29 (32,6 %) se le hizo un análisis de la pisada, sin embargo, como se ha comentado en apartados anteriores resulta en muchas ocasiones insuficiente, debido a que debe realizarse dentro de una exploración completa.

Del total de atletas, solamente 29 (32,6%) realizaron una prueba de esfuerzo físico con el fin de determinar el perfil fisiológico y las zonas de entrenamiento. Esta prueba debería realizarse a todo deportista antes de comenzar la temporada.

En cuanto al calzado, aparentemente no se han encontrado fallos en la utilización del mismo: 58 de los atletas (65%) tiene más de unas zapatillas y las cambia cada 1-2 años. Los 31 atletas restantes (35%) cuentan con un único calzado que cambia cada año, evitando así la degradación de las mismas. Sin embargo, un error que se comete en la mayoría de los casos es el de no elegir el calzado en función de las características del atleta.

Los tipos de superficies de entrenamiento que se recogieron en las encuestas se clasificaron en función del material (pista de atletismo, tierra compacta, tierra blanda y suelos duros). Los resultados encontrados muestran que, en su mayoría, los atletas realizan sus entrenamientos en terrenos variados siguiendo de esta manera la recomendación para evitar que el terreno constituya un elemento lesivo.

También se ha tenido en cuenta la regularidad del terreno en función de la época de la temporada como factor influyente en la aparición de lesiones, donde se han encontrado ciertas lesiones relacionadas íntimamente con este factor:

De los 7 atletas que sufrieron esguince de tobillo en los últimos 2 años, 7 ocurrieron durante la temporada de campo a través. Teniendo en cuenta que el terreno utilizado en esta fase de la temporada es irregular,

se puede concluir que este constituye un factor de riesgo para sufrir un esguince de tobillo.

Los atletas durante la pretemporada suelen optar por utilizar terrenos blandos para la realización de sus entrenamientos. Los terrenos blandos además de absorber energía del impacto, roban la impulsión haciendo más fatigosa la carrera. Por tanto, su uso excesivo puede predisponer a sufrir lesiones por sobrecarga, sobre todo tendinopatías en el miembro inferior: se encontró que el 27,41% de las lesiones registradas fueron de tipo tendinoso, aparecieron al inicio de la temporada. La más común fue la tendinopatía Aquilea (35,29%) (probablemente por la hiperextensión que se produce en este tendón cuando se corre en superficies de este tipo unida a una mayor fatiga en carrera) y el 71,4% de los casos se dieron durante la pretemporada y temporada de campo a través.

Aunque el número de kilómetros que se realizan semanalmente suele ser un factor a tener en cuenta, no se han encontrado diferencias en la aparición de lesiones entre aquellos atletas que realizaron entre 30 y 40 , 50 y 70 , 70 y 90 o más de 90 km.

En cuanto al entrenamiento invisible, los resultados fueron muy variados y en este punto se encontraron diferencias entre aquellos que cuidan sus hábitos y los que no respecto a la aparición de lesiones:

De los atletas que participaron en el estudio, 41 (45,9 %) consideran que podrían mejorar su alimentación. De ellos, 35 sufrieron al menos 1 lesión en los últimos 2 años (86,11%).

La mayoría de los atletas, 78 (86,5%), realizan sus entrenamientos por la tarde, por lo que, la mayoría sigue la recomendación para evitar alterar el descanso. No se encontraron diferencias en los hábitos y aparición de lesiones entre los atletas que realizaron los entrenamientos por la mañana respecto a aquellos que lo hicieron por la tarde. En relación a los atletas que realizaron sus entrenamientos por la noche, los 3 consideran que su descanso no es el adecuado: 1 de ellos no sufrió ningún tipo de lesión, otro sufrió una lesión leve y el restante sufrió varias lesiones a lo largo de estos 2 últimos años.

Del total de atletas, 23 (36 %) considera que su alimentación y descanso son los adecuados, de los cuales 8 no sufrieron ningún tipo de lesión (37,5%). De los 89 atletas, 21 consideran que podría mejorar el descanso. De estos últimos, 15

(71,42%) se han lesionado en los 2 últimos años. Hay 4 individuos que consideran que tanto su alimentación como el descanso no son los adecuados, coincidiendo con los individuos que mayor número de lesiones y recidivas han sufrido.

Resulta interesante comentar el caso de un atleta que sufrió el síndrome de sobreentrenamiento o de fatiga crónica por un descanso inadecuado. Este síndrome se caracteriza por una disminución del rendimiento del deportista, que suele acompañarse, aunque no siempre, de una sensación de fatiga y alteraciones del sueño. Para prevenir esta situación es fundamental una adecuada valoración funcional del deportista, con una correcta programación de las cargas de trabajo y los tiempos de recuperación, así como la realización de controles periódicos, medidas que no han sido aplicadas con este corredor. Posteriormente al diagnóstico de este síndrome, el atleta ha sufrido un número importante de lesiones (esguince de tobillo, tendinopatía del tibial posterior, edema óseo y fisura de estrés tibial). Además, este deportista realiza sus entrenamientos por la noche, que, como se ha comentado anteriormente, puede alterar el descanso. Otro factor presente en este individuo que puede provocar una alteración de la higiene del sueño es el estrés.

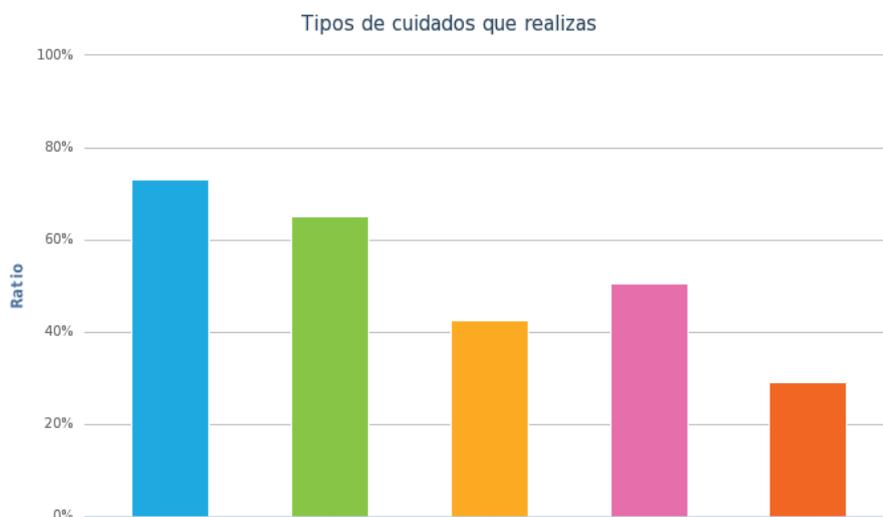
Del total, 41 de los atletas (46,1%) no ha sentido estrés a causa del deporte. Además, 13 de ellos (14,6 %) mostraron estrés solamente en las competiciones y 35 (39,3%) se encuentran estresados por la exigencia de los entrenamientos, lo que supone un porcentaje elevado a tener en cuenta.

Se encontraron ciertos errores en el calentamiento:

Únicamente 46 atletas (51,7%) realizan estiramientos dinámicos, lo cual resulta interesante para preparar el músculo a la actividad. De los atletas, 19 (21,4 %) realizan estiramientos estáticos, los cuales están indicados al final de la sesión para disminuir la tensión muscular y favorecer la recuperación. Además, solamente 52 atletas (58,4%) realizan trabajo de flexibilidad dentro de su programa de entrenamiento, siendo una capacidad física a trabajar específicamente. Del total de los encuestados, 73 (82%) realizan ejercicios de técnica de carrera antes de realizar series o como calentamiento previo a una competición. En este trabajo se encontraron ciertas limitaciones, ya que, no se trata de un plan individual: los atletas realizan los mismos ejercicios sin un previo estudio de la biomecánica de la carrera y análisis de la pisada.

Como se ha comentado anteriormente, hubo 7 atletas que sufrieron un esguince de tobillo, donde la irregularidad del terreno pudo favorecer a la aparición de esta lesión. Otro de los factores de riesgo pudo ser la alteración en la propiocepción, pues 3 de estos 7 atletas sufrieron recidivas: -Uno de ellos sufrió 5 esguinces leves y 1 moderado en el ligamento lateral externo a lo largo de la temporada. -Otro de los atletas sufrió 4 esguinces leves en el ligamento lateral externo. -Hubo un atleta que sufrió 5 distensiones en este mismo ligamento. En los 3 casos, todos aquellos que sufrieron esguinces de repetición, que suponen el 42,86% del total, se encontró que no realizaron un trabajo propioceptivo de prevención primaria, factor que predispone al atleta a sufrir un primer esguince. Además, solo 1 de ellos (33,33%) realizó reeducación propioceptiva, siendo esta sin supervisión. La falta de entrenamiento propioceptivo tras un esguince de tobillo es la principal razón por la que, tan frecuentemente, se repiten las torceduras. En cuanto a los otros 4 atletas que sufrieron esta lesión, ninguno de ellos realizó entrenamiento propioceptivo antes de producirse la misma, pero sí que realizaron una reeducación propioceptiva y ejercicios de fortalecimiento de la musculatura del tobillo, trabajo que pudo contribuir a que no se repitieran la lesión.

Por último, en el gráfico 5 se pueden observar los cuidados que realizan los atletas, aunque no se ha podido determinar la mayor eficacia de uno respecto a otro. Tampoco se ha encontrado una reducción en la aparición de lesiones en estos atletas por la práctica de los mismos.



● Masaje de descarga	65	73,0 %
● Estiramientos estáticos	58	65,2 %
● Inmersión en agua fría	38	42,7 %
● Foam roller (rodillo)	45	50,6 %
● Medias de compresión	26	29,2 %

**Gráfica 5.** Medidas preventivas que llevan a cabo los atletas

## VI. DISCUSIÓN

Al igual que en otras investigaciones<sup>5,7</sup>, se ha encontrado que las lesiones tendinosas (tendón rotuliano, tibial posterior, tendón de Aquiles, cintilla iliotibial, pubalgia) seguidas por las lesiones musculares (sobre todo sobre gemelo y sóleo) son las más frecuentes en las disciplinas de medio fondo y fondo, afectando en su totalidad al miembro inferior.

También han aparecido varias lesiones de sobrecarga que surgen a causa del movimiento repetitivo que es correr, como son la fascitis plantar, la periostitis tibial y fracturas de estrés. Cabe destacar que esta última lesión ha aparecido en atletas que sufrieron previamente una tendinopatía que evolucionó hacia esta lesión por no hacer el tratamiento adecuado de la patología: la tendinopatía del tibial posterior provocó edema óseo tibial y, posteriormente, fractura de estrés.

Por ello, además de la prevención de la lesión primaria, es muy importante que una vez que aparece, se haga el tratamiento adecuado para evitar una lesión secundaria (prevención de nuevas lesiones).<sup>4</sup>

En cuanto a las lesiones traumáticas, se observa la aparición de esguinces en 8 de los atletas, siendo 7 de ellos sobre el ligamento lateral externo y mayoritariamente durante la temporada de campo a través, lo que sugiere, que además de la debilidad y falta de propiocepción que pueden provocar esta lesión, existen otros factores que hay que tratar de evitar, como es la irregularidad del terreno. Como se ha comunicado frecuentemente en la bibliografía<sup>21,25</sup>, en esta lesión son frecuentes las recidivas por una rehabilitación inadecuada, en muchos casos provocando una inestabilidad crónica de tobillo, que coincide con los datos del presente trabajo: 3 de los atletas sufrieron múltiples esguinces de tobillo a lo largo de

estos 2 años, coincidiendo estos con aquellos que no realizaron entrenamiento propioceptivo en el tratamiento de “return to sport” o vuelta a la competición.

En concordancia con distintos autores como: González Iturri<sup>5</sup>, Mendiola<sup>6</sup> o García<sup>7</sup> se encontró que la mayoría de la patología lesional de las carreras en el atletismo se origina por “sobrecarga” debido a un trabajo excesivo sobre articulaciones, músculos y tendones.

### **Propuesta de prevención**

De manera general, deben respetarse los principios de entrenamiento: principio de la unidad funcional, multilateralidad, especificidad, sobrecarga, continuidad, supercompensación, recuperación, progresión, variedad e individualización<sup>28</sup>

En cuanto a las sesiones de entrenamiento, es necesaria la realización de un buen calentamiento que incluya carrera continua, junto a movilidad articular, estiramientos dinámicos y progresiones antes de pasar a la fase específica. Al final del entrenamiento y/o competición se debe llevar a cabo “la vuelta a la calma” con carrera suave y estiramientos estáticos. Estos últimos además de favorecer la relajación del músculo, ayudan a la mejora de la **flexibilidad** junto a los estiramientos dinámicos.<sup>22</sup>

-10-30' de carrera continua.

-Estiramientos dinámicos, ejercicios de **técnica de carrera.**

-Parte específica.

-Vuelta a la calma: carrera suave y estiramientos estáticos.

Otra medida preventiva que se propone será la realización de entrenamiento complementario:

-**Propiocepción:** sobre 4 posiciones básicas (pies separados, pies juntos, un pie delante de otro y a la pata coja) se irán variando los estímulos para trabajar sobre el sistema propioceptivo de manera progresiva. El entrenamiento tendrá una duración de 30 minutos y se realizará 3 veces por semana. (**Figura 3**)

-**Estabilización lumbopélvica:** se realizarán 6 ejercicios básicos (maniobra de hundimiento abdominal, maniobra de tirantez abdominal, puente lateral, planchas, posición “bird-dog” y el encorvamiento del tronco) 3 veces a la semana durante 20 minutos. Cada ejercicio tendrá una duración de entre 20 y 40 segundos con su

recuperación correspondiente de entre 10 y 20 segundos (la mitad del tiempo de trabajo). (**Figura 4**)

-**Trabajo excéntrico:** se trabajará sobre los principales músculos y tendones implicados en la carrera. Hay que tener en cuenta que la intensidad debe ser alta y la ejecución correcta. Se realizan entre 1 y 3 series en función de las intensidades con una frecuencia semanal variable en función de la época de la temporada: 3 veces a la semana en pretemporada y 1 vez a la semana en época competitiva (teniendo en cuenta que el trabajo se realizará alejado del día de competición o entrenamiento de series). En primer lugar, debe realizarse un buen calentamiento y a continuación se realizan los ejercicios básicos, a los que se les podrá añadir peso o variantes como el tirante muscular (para determinar el peso adecuada a añadir para conseguir el máximo beneficio del ejercicio será necesario calcular la 1RM para cada atleta).(**Figura 5**)

-**Trabajo musculatura del pie:** se trabajará específicamente con ejercicios de fortalecimiento con gomas y estiramientos de los principales músculos: inversores, eversores, flexores plantares y flexores dorsales. Para trabajar de manera más global, se realizarán acciones muy sencillas como andar de puntillas, recoger objetos pequeños, andar de talón, automasaje de la fascia plantar y estiramiento de toda la cadena posterior. Este trabajo debe realizarse como mínimo 1 vez a la semana. (**Figura 6**)

Para mejorar y acelerar la recuperación, se recomienda hacer uso de las **medidas de apoyo:**

- acudir al fisioterapeuta al menos una vez a la semana.
- utilizar medias de compresión: los calcetines para la competición y las medias completas para la recuperación.
- emplear el foam roller para la activación muscular y la liberación miofascial.
- realizar baños de inmersión en agua helada tras los entrenamientos de series y/o las competiciones.

## VII. CONCLUSIÓN

Tras el análisis de los resultados se encontró que 55 de los 89 atletas que participaron en el estudio sufrieron al menos 1 lesión en los últimos 2 años.

Se registraron un total de 62 lesiones que afectaron en su totalidad al miembro inferior y cuya causa fue la sobrecarga mayoritariamente. Las que se dieron con mayor frecuencia fueron las lesiones musculares, apareciendo 21 casos (33,87%), seguidas de las lesiones tendinosas, registrándose 17 (27,41%).

En la mayoría de los atletas se encontró uno o más factores predisponentes, por lo que es importante su identificación para eliminarlos o corregirlos. Con ese fin, es recomendable que todo deportista acuda a un profesional sanitario antes de comenzar un plan de entrenamiento para realizarse un reconocimiento médico, puesto que se encontró que un total de 30 atletas (33,7%) no lo hacen. De igual manera, es necesaria una exploración completa del aparato locomotor de forma estática y dinámica por el fisioterapeuta y un análisis de la pisada por parte del podólogo con el fin de resolver estos factores predisponentes a la lesión. Además, se recomienda la realización de una valoración funcional antes de comenzar a entrenar. Se encontró que solamente 29 (32,6%) atletas fueron evaluados con el fin de determinar el nivel de condición física del deportista para que el entrenador pueda orientarse a la hora de pautar correctamente las cargas de entrenamiento.

Una vez realizada la valoración completa del deportista, se tendrán en cuenta los demás factores que favorecen a la aparición de lesiones: el calzado, las superficies de práctica, el entrenamiento invisible, las medidas de apoyo y el trabajo complementario.

En resumen, para intentar reducir al máximo los factores de riesgo de una lesión es indispensable el trabajo multidisciplinar con el fin de que el deportista se vea asesorado tanto por fisioterapeuta, entrenador, médico, psicólogo y nutricionista, así como realizar un trabajo preventivo basado en el entrenamiento excéntrico, de la propiocepción, de la flexibilidad, estabilización lumbopélvica, corrección del gesto deportivo y fortalecimiento de la musculatura del pie.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

---

1. Ruis J. Metodología y técnicas de atletismo. Barcelona: Paidotribo; 2005.
2. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. Sports Med. 1992;14(2):82–99. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1509229/>
3. Finch C. A new framework for research leading to sports injury prevention. J Sci Med Sport [Internet]. 2006 [Consultado 2 Feb 2020]; 9(1-2):3-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16616614/>
4. Arnold MJ, Moody AL. Common Running Injuries: Evaluation and Management. Am Fam Physician.[Internet]2018[Consultado 5 Feb 2020];97(8):510–516. Disponible en: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29671490/?from\\_term=%28%28injury%29+AND+%28running%29%29+AND+%28overuse%29&from\\_sort=&from\\_pos=34](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29671490/?from_term=%28%28injury%29+AND+%28running%29%29+AND+%28overuse%29&from_sort=&from_pos=34)
5. González Iturri, J.J. Tratamiento y rehabilitación de las lesiones del atleta. Navarra: Archivos de Medicina del Deporte; 1994.
6. Mendiola Amiae, Diaz Cisneros FJ, Rivera Cimeros AE: Reporte de lesiones encontradas en corredores de medio y gran fondo. Salud Pública Méx [Internet]. 1986 [Consultado 13 Feb 2020];28: 387-392. Disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/340>
7. García Soidán, J.L. y ArufeGiraldes, V. Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo. Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte [Internet]. 2003 [Consultado 14 Feb 2020];3(12):260-270. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista12/artlesiones.htm>
8. Romero Rodríguez D, Tous Fajardo J. Prevención de lesiones en el deporte: Claves para un rendimiento deportivo óptimo. Medica Panamericana; 2011.

---

9. Brotons D, José Calabuig Nogués J, Calderón Soto C, De Teresa C, Del Valle M, Ruíz VE. Pruebas de esfuerzo en medicina del deporte. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE)-Arch Med Deporte[Internet] 2016[Consultado 20 Feb 2020];33(1):5-83.

10. Midgley, A. W., McNaughton, L. R., Polman, R. y Marchant, D.. Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. Sports Med [Internet] 2007[Consultado 20 Feb]; 37(12), 1019-1028. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18027991/>

11. Brigaud, Frédéric. La carrera. Postura, biomecánica y rendimiento. Badalona: Paidotribo.2016.

12.Daoud AI, Geissler GJ, Wang F, Saretsky J, Daoud YA, Lieberman DE. Foot strike and injury rates in endurance runners: a retrospective study. Med Sci Sports Exerc [Internet] 2012 [Consultado 6 Feb 2020] ;44(7):1325–1334. Disponible en: doi:10.1249/MSS.0b013e3182465115

13.Perl DP, Daoud AI, Lieberman DE. Effects of footwear and strike type on running economy. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2012 [Consultado 6 Feb 2020] ;44(7):1335–1343.Disponible en: doi:10.1249/MSS.0b013e318247989e

14.Sánchez JL. Efectos del ejercicio físico y una dieta saludable. Nutr.clín.diet.hosp.[Internet] 2009[Consultado 9 Feb 2020]; 29(1):46-53.Disponible en:[https://revista.nutricion.org/PDF/NUTRICION-37-4\\_\(3\).pdf](https://revista.nutricion.org/PDF/NUTRICION-37-4_(3).pdf)

15.Kevin D. Tipton. Nutritional Support for Exercise-Induced Injuries. Sports Med.[Internet]2015 [Consultado 9 Feb 2020]; 45: 93–104. Dispomible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26553492/>

16.Ríos O, Guerra-Hernández E, Feriche B. Efectos de la alcalosis metabólica inducida por la dieta en el rendimiento anaeróbico de alta intensidad. Nutr. Hosp.[Internet]2010[Consultado 9 Feb 2020];25(5): 1699-5198. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112010000500014](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000500014)

---

17. Giménez P, Segarra FJ, Canet T, García D, Martínez MA, Madrid JA et al. Sueño saludable: evidencias y guías de actuación. Documento oficial de la Sociedad Española de Sueño. Rev Neurol.[Internet] 2016 [Consultado 20 Feb 2020]; 63 (2): 1-27. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2016397>

18. González R. El estrés y las lesiones deportivas (I). El estrés previo a la lesión. Efdedeportes [Internet]. 2007 [10 de febrero de 2020]110. Disponible en: <https://www.upadpsicologiacoaching.com/psicologia-deportiva-estres-provoca-lesiones/>

19. MacDonald GZ, Penney MD, Mullaley ME, et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. J Strength Cond Res.[Internet] 2013[Consultado 20 Feb 2020];27(3):812–821. Disponible en: doi:10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1

20. Engel FA, Holmberg HC, Sperlich B. Is There Evidence that Runners can Benefit from Wearing Compression Clothing? Sports Med. [Internet]. 2016 [Consultado 20 Feb 2020];46(12):1939-1952. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22580977/>

21. Dixon SJ, Collop AC, Batt ME. Surface effects on ground reaction forces and lower extremity kinematics in running. Med Sci Sports Exerc. [Internet] 2000[Consultado 3 Mar 2020]; 32 (11): 1919-26. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11079523>

22. Rivera C. Core Lumbopelvic Stabilization in Runners. Phys Med Rehabil Clin N Am. [Internet]. 2016[Consultado 15 Mar 2020];27(1): 319–337. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1047965115000807>

23. F. Ayala ,P. Sainz de Baranda, A. Cejudo. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. Rev Andal Med Deporte [Internet] 2012 [Consultado 15 Mar 2020];5(3):105-112. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista->

---

andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-el-entrenamiento-flexibilidad-tecnicas-estiramiento-X1888754612647166

24. Proprioception of the Ankle and Knee. Lephart , Pincivero DM, S L Rozzi SL. Sports Med[Internet]. 1998[Consultado 16 Mar 2020];25(3):149-55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9554026/>

25. JA. Martín Urrialdea, S. Patiño Núñezb, A. Bar del Olmo. Inestabilidad crónica de tobillo en deportistas. Prevención y actuación fisioterápica. Rev Iberoam Fisioter Kinesiol.[Internet] 2006[Consultado 3 Mar 2020]; 9(2):57-67. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-inestabilidad-cronica-tobillo-deportistas-prevencion-13097667>

26. Brigaud F. Corriger le pied sans semelle. 2nd. ed. Éditions Désiris; 2019

27. Guede Seara A. “Ejercicios excéntricos”: qué son y para qué utilizarlos. Blog panamericana [Internet]. 2014 [Consultado 6 Abr 2020] Disponible en: <https://blog.medicapanamericana.com/ejercicios-excentricos-que-son-y-para-que-utilizarlos/>

28. Roldán EE. Bases Fisiológicas de los principios de entrenamiento. Rev. Politec. [Internet]. 2009 [Consultado 15 Mar 2020];5(8). Disponible en: <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/129>

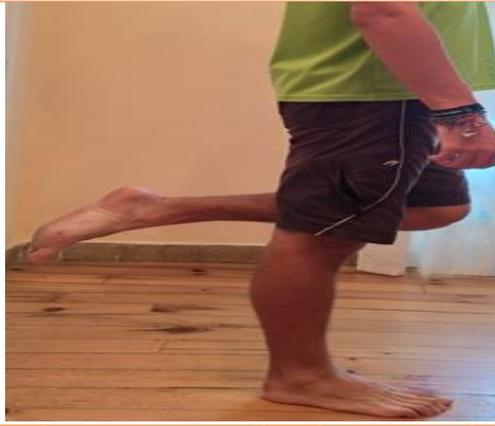
---

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1: Encuesta

1 EDAD
2 SEXO
3 PESO, ALTURA
4 DISTANCIA QUE COMPITES
5 Cuántos años llevas practicando atletismo ?
6 Número de sesiones de entrenamiento semanales
7 Realizas pretemporada ?
8 Número de kilómetros semanales
9 Superficie de entrenamiento que utilizas con mas frecuencia
10 Entrenamiento complementario que realizas
11 Reconocimiento médico y valoración funcional
12 Lesiones sufridas en los últimos 2 años con fechas y época de la temporada o pretemporada (pre, campo a través, pista cubierta, aire libre)
13 Deporte complementario que realizas
14 Consideras que tu alimentación y descanso son los adecuados?
15 Sientes o has sentido estrés o presión en los últimos meses a causa de la competición o los entrenamientos?
16 Momento del día en el que sueles realizar tus entrenamientos
17 Sueles realizar más de una sesión de entrenamiento en el mismo día al menos 1 vez a la semana?
18 Calentamiento que realizas antes de los entrenamientos de series y competiciones
19 Tratamiento que recibiste en las lesiones de los 2 últimos años
20 Realizaste readaptación tras tus lesiones ?
21 Tipos de cuidados que realizas
22 Tipo de zapatillas que utilizas para correr
23 Usas plantillas adecuadas a tu pisada ?
24 Con qué frecuencia cambias tus zapatillas ?

**ANEXO 2: Trabajo preventivo**

<b>PROPIOCEPCIÓN</b>			
<b>Frecuencia</b>	3 veces/semana		
<b>Tiempo</b>	30 minutos		
<b>POSICIÓN 1</b>	<b>POSICIÓN 2</b>		
			
<b>POSICIÓN 3</b>	<b>POSICIÓN 4</b>		
			
<p><b>POSICIONES</b> 1-2-3-4</p>	<p><b>MOVIMIENTOS de la CABEZA</b> (flexión, extensión, lateral)</p>	<p><b>Movimientos oculares</b> (lateral, arriba, abajo)</p>	<p><b>OJOS CERRADOS</b></p>
<p><b>Progresión</b> → →</p>			
<p><b>ESTIMULACIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Realizar cálculos mentales</li> <li>-Seguir un objeto en el espacio/sonido</li> <li>-Pasarse la pelota con un compañero</li> <li>-Tirar de una cuerda</li> <li>-Cambios de peso de un brazo al otro</li> </ul>			

**Figura 3.** Propiocepción.

<b>ESTABILIZACIÓN LUMBOPÉLVICA</b>	
<b>Frecuencia :</b> 3 veces/semana	<b>Tiempo:</b> 20'
<b>Repeticiones:</b> 20-40''	<b>Recuperación:</b> 10-20''
	
<b>Hundimiento abdominal</b> <i>(Hollowing abdominal)</i>	<b>Tirantez abdominal</b> <i>(Bracing abdominal)</i>
	
<b>Plancha abdominal</b>	<b>Plancha lateral</b>
	
<b>Abdominal "crunch"</b>	<b>Ejercicio "Bird-dog"</b>

**Figura 4.** Ejercicios de estabilización lumbopélvica.

<b>TRABAJO EXCÉNTRICO</b>	
<b>Frecuencia</b>	3 veces / semana(pretemporada) 1 vez/semana(época competitiva)
<b>Tiempo</b>	20-25'
<b>ADUCTORES</b>	<b>ABDUCTORES</b>
	
<b>CUÁDRICEPS</b>	<b>GEMELOS</b>
	
<b>ISQUIOSURALES</b>	
	

**Figura 5.** Trabajo excéntrico.

FORTALECIMIENTO GLOBAL		MÚSCULOS DEL PIE	
Frecuencia: 1 vez/semana			
<b>INVERSORES</b>		<b>EVERSORES</b>	
			
<b>FLEXORES PLANTARES</b>		<b>FLEXORES DORSALES</b>	
			
<b>“Andar de puntillas”</b>		<b>“Recoger objetos pequeños”</b>	
			
<b>Automasaje fascia plantar</b>		<b>“Andar de talones”</b>	
			

Figura 6. Trabajo del pie.