

# TRABAJO FIN DE GRADO

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN: "EL SÍNDROME DE ESTRÉS TIBIAL MEDIAL (PERIOSTITIS) EN CORREDORES DE FONDO"



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**

**Universidad Miguel Hernández de Elche**

**Alumna:** María Guerra García

**Tutor académico:** José Luis López Elvira

**Curso académico:** 2022-2023

# ÍNDICE

<b>1. CONTEXTUALIZACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. FUNDAMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA</b> .....	<b>5</b>
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS</b> .....	<b>11</b>
<b>4. DISCUSIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>14</b>
<b>7. ANEXOS</b> .....	<b>16</b>

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN

Hoy en día, correr es una de las actividades físicas que está en auge por todo el mundo y cada vez es más popular, por lo que la cantidad de personas que la practican va aumentando exponencialmente y con ello la participación en competiciones recreativas. Las distancias que se completan cada vez son mayores, llegando a alcanzar los 42 km que componen una maratón (Menéndez et al., 2020). Todo esto conlleva una serie de beneficios, como mejorar la salud de las personas físicamente inactivas, pero también de perjuicios, ya que muchos de ellos se ven afectados por lesiones en el sistema musculoesquelético asociadas a la carrera. Esto puede ser por diversos factores y uno de los más importantes suele ser por errores que se cometen en los entrenamientos. Algunas de estas lesiones más frecuentes son el dolor patelofemoral (PFP), síndrome de la banda iliotibial (ITBS), síndrome de estrés tibial medial (MTSS, por sus siglas en inglés), tendinopatía de Aquiles (AT), fascitis plantar, fracturas por estrés y distensiones musculares (Bramah et al., 2018). Por tanto, la gran parte de las lesiones relacionadas con la carrera son por uso excesivo, afectando principalmente a la rodilla, el pie y la parte inferior de la pierna.

Se ha demostrado que la mayor parte de las lesiones pertenecen a los miembros inferiores, siendo el síndrome de estrés tibial medial (MTSS) la principal lesión en los corredores, con una frecuencia de entre el 5% y 17% (Menéndez et al., 2020; Ohmi et al., 2023), por lo que es muy importante la prevención de la aparición de dicha lesión en los corredores de larga distancia.

Así mismo, el MTSS representa el 60% de todas estas lesiones de los miembros inferiores, por lo que es la que limita a algunos corredores a participar en las actividades deportivas y recreativas, sumándole que tiene una alta tasa de recurrencia y es difícil de tratar debido a su etiología multifactorial. Por lo que su gran incidencia y su sintomatología incapacitante son los principales motivos que fundamentan el interés de la aplicación de un programa de prevención mediante el entrenamiento deportivo.

### 1.1. FUNDAMENTO

Este Trabajo Fin de Grado nos plantea varias preguntas que se resolverán en el desarrollo que se muestra a lo largo de esta revisión: ¿Qué causa realmente el MTSS? ¿Cuáles son sus principales factores de riesgo y cómo podemos prevenirlo?

El MTSS, conocido también durante muchos años por el nombre de sin splint (férula de espinilla) o periostitis, es una lesión del borde posteromedial de la tibia inducida por el ejercicio. El dolor es de naturaleza difusa, ya que se identifica por la palpación dolorosa en un área de al menos cinco centímetros en el tercio medio y distal de la tibia, empeorado durante o justo después de hacer ejercicio (Jardim et al., 2022; Mattock et al., 2018). MTSS es una lesión muy común, especialmente en deportistas que están expuestos a una carga repetitiva de los miembros inferiores (Stürznickel et al., 2021), por lo que tiene una alta tasa de incidencia entre los corredores, que va desde el 14% hasta el 30% (Becker et al., 2018; Blienkendaal et al., 2018; Mattock et al., 2018; Schütte et al., 2018). Además, aún no se ha comprendido la causa exacta que lo provoca, por lo que presenta una etiología multifactorial en la que se han propuesto más de 100 factores de riesgo. Sin embargo, sólo algunos de ellos tienen la suficiente evidencia como para ser tomados en cuenta. Algunos de ellos se dividen en factores intrínsecos (índice de masa corporal más alto, fatigabilidad, sexo femenino, poca experiencia de carrera, es decir, cuánto más principiante más riesgo, historia previa de MTSS y biomecánica defectuosa) y factores extrínsecos (zapatillas de entrenamiento, condiciones del terreno, que cuánto más duro e irregular más riesgo y por último, duración y frecuencia de la actividad) (Schütte et al., 2018). Según Becker et al.

(2018) otros factores de riesgo que puede involucrar el MTSS son un rango de movimiento pasivo limitado en la cadera y el tobillo, unos músculos de la cadera más débiles, distribuciones de presión plantar más fuertes sobre el aspecto medial respecto al lateral y factores cinemáticos alterados.

Un factor de riesgo muy importante que está relacionado con el desarrollo de MTSS lo describió Mattock et al., (2018) y consiste en la reducción de la circunferencia de la parte inferior de la pierna afectada, debido a una atrofia a nivel de la masa muscular de los músculos tibial anterior y gastrocnemio. Dicha reducción en la circunferencia tiene un promedio de 1,46 cm.

Centrándonos en el apartado de prevención de MTSS mediante el entrenamiento, Mendez-Rebolledo et al., (2021) expone que en atletas femeninas el entrenamiento neuromuscular (NM) en la pretemporada tiene un efecto protector para la reducción de la incidencia del síndrome de estrés tibial medial. Este tipo de entrenamiento consiste en un programa multicomponente que integra saltos, aterrizajes y carrera con entrenamiento de fuerza, resistencia, agilidad, equilibrio y CORE a través de ejercicios pliométricos y de carga corporal.

## 1.2. OBJETIVOS

Respecto a los objetivos que se pretenden cumplir en este trabajo tenemos:

- Conocer los factores de riesgo para analizar el síndrome de estrés tibial medial (periostitis) en corredores de fondo.
- Investigar sobre las estrategias de intervención para prevenir su aparición a través del ejercicio físico.
- Plantear una propuesta de intervención para la prevención del síndrome de estrés tibial medial en corredores de fondo apoyándose en la evidencia científica más actual.

## 2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)

La metodología empleada para la realización de la revisión bibliográfica se ha estructurado en función de las directrices de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) con el fin de recoger información acerca del MTSS en corredores de fondo.

Se realizó una búsqueda de la literatura desde febrero hasta abril de 2023. Para llevar a cabo la investigación y se buscó información en las siguientes bases de datos: Scopus, ScienceDirect y PubMed.

### 2.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Respecto a los criterios que se utilizaron para la selección se destacan los siguientes:

- Criterios de inclusión: en cuanto a la fecha de publicación, debían estar situados entre el año 2017 y 2023 ya que lo que se busca es información lo más actualizada posible. Respecto al idioma, los artículos debían estar publicados en español y/o inglés. También, eran artículos que incluían en sus estudios

intervenciones, las cuales debían ser en una población determinada, en este caso, en corredores, con el objetivo de analizar el MTSS.

- **Criterios de exclusión:** si los artículos eran anteriores al año 2017 y en un idioma diferente al inglés y español, si no correspondían a los objetivos que se plantean en este trabajo y población que no tuviera el síndrome de estrés tibial medial. También fueron excluidos los artículos que hacían referencia a tratamientos podológicos o de fisioterapia y los libros.

## 2.2. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

Se llevo a cabo una búsqueda a través de palabras clave en inglés como son “medial tibial stress syndrome”, “sport”, “runner” y se iban combinando con los operadores AND, OR. Como en cada base de datos es diferente, en la Tabla 1 se muestran las estrategias de búsqueda empleadas en cada una de ellas.

**Tabla 1.** Estrategias de búsqueda empleadas.

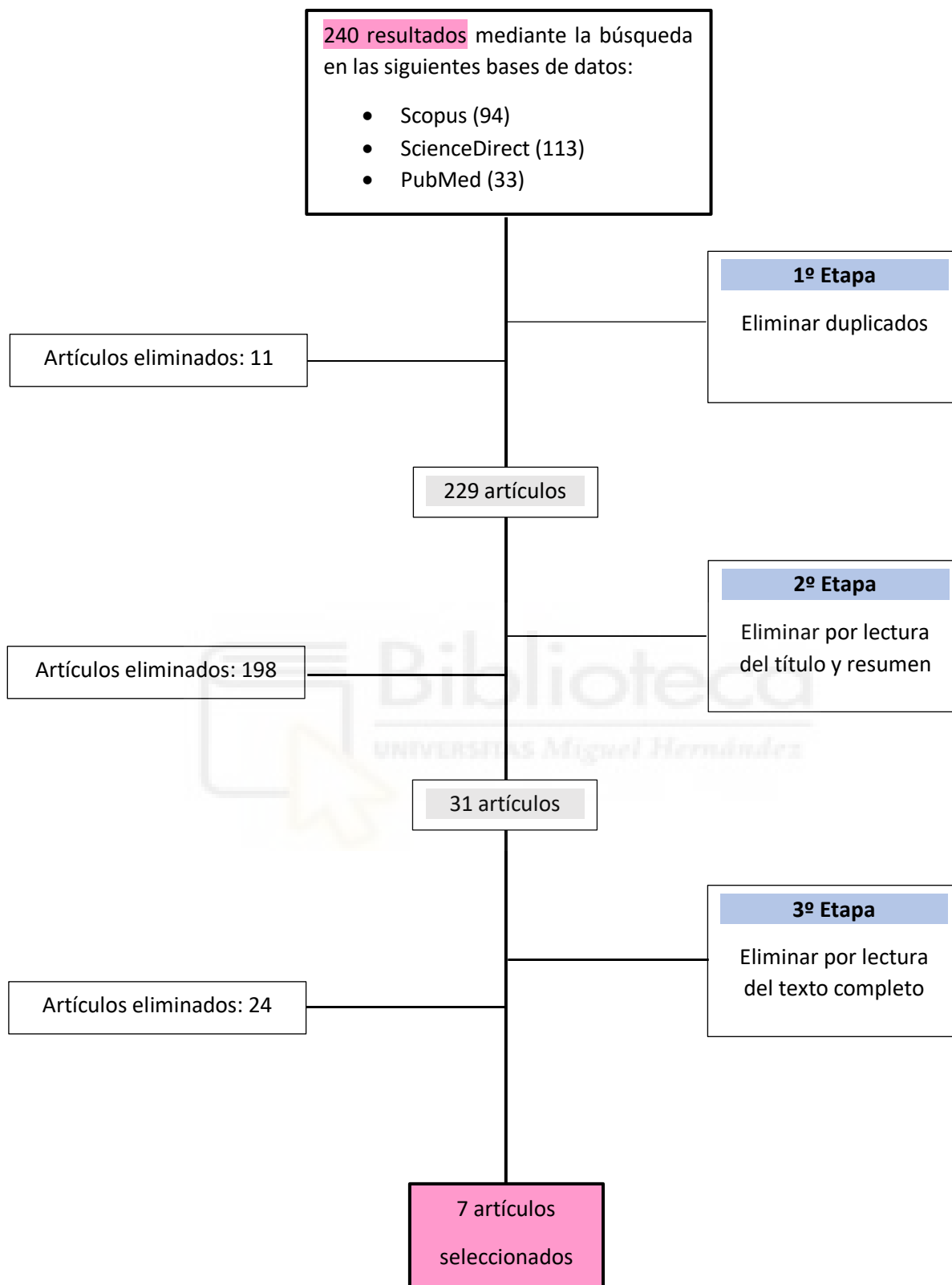
BASE DE DATOS	AÑO	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA
Scopus	2017-2023	“medial tibial stress syndrome” AND “sport” OR “runner”
ScienceDirect		{medial tibial stress syndrome} AND sport AND runner
PubMed		Medial tibial stress syndrome, sport, runner

Para la primera búsqueda se dieron diferentes resultados dependiendo de la base de datos utilizada, quedando así:

- En Scopus aparecieron un total de 94 resultados.
- En ScienceDirect se encontraron 113 resultados.
- En PubMed se mostraron un total de 33 resultados.

Finalmente, haciendo una síntesis y recopilación de las tres bases de datos, lo primero que se mostró tras la búsqueda con las palabras clave fueron 240 resultados, los cuales en la primera etapa donde se eliminaron los duplicados fueron descartados 11. En la segunda etapa 198 fueron eliminados, ya que claramente no cumplían los criterios de inclusión. Por último, en la tercera etapa, fueron descartados 24 de ellos por lectura completa, quedando finalmente 7 artículos para la selección.

El procedimiento que se siguió para la búsqueda, selección y cribado de los resultados se muestra en la Figura 1, donde se pueden diferenciar las tres etapas.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de selección.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Este trabajo se realizó finalmente con 7 artículos, los cuales se explican a continuación en la Tabla 2. Los tamaños de la muestra van desde 13 hasta 117 participantes de ambos sexos y todos corredores/as mayores de 18 años, excepto (Mendez-Rebolledo et al., 2021) que incluyó participantes entre 11 y 18 años. Todos con antecedentes de MTSS bilateral, ya que siempre estaban excluidos de los estudios los que presentaban MTSS unilateral.

La duración de los estudios va desde los que la medición o examen se produjo en un solo día, es decir, un estudio transversal y se realizó en un laboratorio (Jardim et al., 2022; Mattock et al., 2021; Ohmi et al., 2023; Saeki et al., 2017) y los demás (Becker et al., 2018; Mattock et al., 2018; Mendez-Rebolledo et al., 2021) que realizaron estudios longitudinales, que van desde una duración de 6 semanas hasta los 2 años de seguimiento.

Como el objetivo de este trabajo es conocer los factores de riesgo para analizar el MTSS, estos estudios han realizado diferentes pruebas/exámenes analizando multitud de variables para poder identificarlos y realizar un programa de prevención con las pautas correctas. El factor más mencionado por todos los autores es la pronación del pie (Becker et al., 2018; Mattock et al., 2018, 2021; Ohmi et al., 2023). Otros factores están muy citados y son muy importantes, los cuales hacen referencia a un índice de masa corporal (IMC) elevado, una mayor caída del navicular y el sexo femenino (Mattock et al., 2018, 2021; Mendez-Rebolledo et al., 2021). También, personas con antecedentes de MTSS y menos años de carrera previa suponen un alto riesgo de padecer “periostitis” (Mattock et al., 2018, 2021). Si nos fijamos en la musculatura de la pierna, Mattock et al., (2021) nos dice que un factor de riesgo es tener una circunferencia delgada en la parte inferior de la pierna. Otros autores como (Jardim et al., 2022) mencionan que una disminución en la fuerza muscular de los flexores plantares puede ser peligroso, por lo que hay que aumentarla. Finalmente, una mayor rotación externa de cadera puede ser otro de los muchos factores de riesgo que llevan a caer en esta lesión (Mendez-Rebolledo et al., 2021).

**Tabla 2.** Estudios seleccionados y sus características.

Referencias, año	Intervención	Duración/Frecuencia	Localización	Participantes	Objetivo
(Mattock et al., 2018)	El procedimiento consiste en completar un cuestionario donde se detalla su historial médico, luego un análisis de las variables que caracterizan la morfología y función de la parte inferior de la pierna y por último se evalúa la biomecánica de la marcha corriendo 5 min. en una cinta rodante.	Los datos de entrenamiento de los participantes son rastreados longitudinalmente durante 12 meses.	Laboratorio de Investigación de Biomecánica de la Universidad de Wollongong.	117 corredores de fondo asintomáticos de MTSS.	Identificar las características de las personas que desarrollan MTSS y, a su vez, identificar los factores de riesgo modificables que pueden abordarse para prevenir que las personas desarrollen esta lesión.
(Saeki et al., 2017)	Se midió 2 veces la alineación del pie, la fuerza muscular del tobillo, la MTPJ (articulación metatarsofalángica) y de los dedos menores. Todo esto en estático.	Estudio transversal.	En laboratorio.	27 corredores masculinos universitarios (12 sin antecedentes de MTSS y 15 con antecedentes de MTSS bilateral)	Realizar una investigación detallada de las características de la fuerza muscular, incluida la fuerza muscular de la 1.ª articulación metatarsofalángica (MTPJ) y la flexión plantar de la 2.ª a la 5.ª MTPJ, en corredores con antecedentes de MTSS mediante el uso de un dispositivo desarrollado recientemente.



(Ohmi et al., 2023)	Se realizó una carrera en una pista a una velocidad de $2,0 \pm 0,2$ m/s durante aproximadamente 10 m y eran analizados mediante un sistema tridimensional y dos placas de fuerza. Se analizaron la cinemática y la cinética de la cadera, la rodilla y el tobillo en los planos sagital y frontal.	Estudio transversal.	En una pista, es decir, una tarea de campo.	13 corredores de larga distancia masculinos mayores de 18 años y asintomáticos (5 con antecedentes de MTSS y 8 sin).	Comparar la cinemática y la cinética de corredores con y sin MTSS previo durante la carrera, para aclarar las características biomecánicas de la extremidad inferior de corredores con MTSS previo.
(Becker et al., 2018)	Examen clínico evaluando la flexibilidad de los isquiotibiales, banda iliotibial y flexores de cadera, la fuerza isométrica, el rango de movimiento, el equilibrio de presión mediolateral y un análisis tridimensional de la marcha al correr.	Estudio longitudinal, seguidos por un periodo de 2 años.	En laboratorio.	24 corredores de campo a través de la 1ª División de la Asociación Nacional de Atletismo Colegiado.	Evaluar prospectivamente las diferencias en el rango de movimiento pasivo, la fuerza muscular, las distribuciones de presión plantar y la cinemática de carrera entre los corredores que desarrollaron MTSS y los que no.
(Jardim et al., 2022)	Examen físico detallado, evaluando la fuerza muscular isocinética para los músculos flexores plantares y dorsiflexores del tobillo.	Estudio transversal.	En laboratorio.	2 grupos de 18 corredores (uno con MTSS y el otro grupo sin MTSS)	Investigar la fuerza y las proporciones de los flexores plantares y dorsiflexores del tobillo en corredores recreativos con MTSS y evaluar la asociación entre la fuerza muscular y el nivel de dolor en esta población.

(Mattock et al., 2021)	Se evaluó el grosor muscular, la sección transversal y la circunferencia magra de la parte inferior de la pierna con un ecógrafo. Para cuantificar la función se midió la fuerza de contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) de la parte inferior de la pierna.	Estudio transversal.	En laboratorio.	40 corredores de larga distancia (20 con MTSS y 20 sin MTSS).	Determinar si los corredores de larga distancia con MTSS mostraron diferencias en la estructura y función de los músculos de la parte inferior de la pierna en comparación con los corredores asintomáticos.
(Mendez-Rebolledo et al., 2021)	Entrenamiento convencional (CONV) incluyó entrenamiento anaeróbico, de fuerza y aeróbico. El entrenamiento neuromuscular (NM) consistió en un programa multicomponente que integraba saltos, aterrizajes y carrera con entrenamiento de fuerza, resistencia, agilidad, equilibrio y CORE.	Estudio longitudinal, seguidos durante 6 semanas.	Laboratorio de investigación deportiva.	22 atletas femeninas (2 grupos, 11 con entrenamiento CONV y 11 con entrenamiento NM).	Determinar los efectos del entrenamiento NM en la reducción de la incidencia de lesiones en las extremidades inferiores y establecer sus efectos en el rendimiento del salto con contramovimiento, el equilibrio, el sprint de 30 m y el sentido de la posición articular en atletas de pista y campo femeninas jóvenes.

### 3.2. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS

A continuación, se exponen los resultados de los diferentes estudios según las variables analizadas en cada uno de ellos.

El primer estudio (Mattock et al., 2018), después del periodo de seguimiento durante 12 meses, se dividieron en dos grupos, los que desarrollaron MTSS y los que no, por lo que se analizaron los datos de ambos grupos y se concluyó que se necesita más investigación sobre los factores de riesgo que pueden producir MTSS. Sin embargo, en un consenso de estudios, se llega a una conclusión, la cual dice que las personas sintomáticas de MTSS presentan un pie más pronado durante la bipedestación y la marcha en comparación con los controles asintomáticos.

El segundo estudio (Saeki et al., 2017) que comparó la fuerza muscular del tobillo y el dedo del pie entre corredores con y sin antecedentes de MTSS, dio como resultado que los corredores que padecían MTSS tenían un aumento en la fuerza isométrica del flexor largo del dedo gordo. También se vio que los corredores con antecedentes de MTSS tenían el torque MVIC (contracción isométrica voluntaria máxima) de la primera flexión plantar MTPJ (articulación metatarsofalángica) mayor que los que no tenían antecedentes. Por el contrario, no hubo diferencias significativas en los valores de torque de MVIC de la flexión plantar 2-5 MTPJ y cada torque de MVIC del tobillo entre corredores con y sin antecedentes de MTSS. Los resultados de este estudio también sugieren que los músculos flexor largo de los dedos y tibial posterior, que actúan para sostener el arco del pie, tienden a estar estresados en los corredores que potencialmente tienen un riesgo de desarrollar MTSS.

El tercer estudio (Ohmi et al., 2023) que comparó la cinemática y cinética en corredores con y sin MTSS previo durante la carrera, mostró que el momento de máxima eversión del tobillo fue significativamente mayor en el grupo que padecía MTSS respecto a los que no. Sin embargo, comparando otros parámetros como la rodilla y cadera, no se encontraron diferencias significativas.

El cuarto estudio (Becker et al., 2018) en el cual 24 corredores se sometieron a un examen clínico para analizar el rango de movimiento pasivo y la fuerza muscular en las caderas y los tobillos, se sacaron varios resultados. Fueron seguidos durante 2 años y al terminar, el entrenador identificó a los atletas que desarrollaron MTSS y a partir de ellos se sacaron como resultado las siguientes afirmaciones: una banda iliotibial más apretada, los abductores de cadera más débiles y duraciones más largas de eversión del retropié durante la postura. Con todo esto, se afirma que el desarrollo de MTSS es multifactorial.

El quinto estudio (Jardim et al., 2022) que investigó los niveles de fuerza muscular isocinética para los músculos flexores plantares y dorsiflexores del tobillo y la relación entre el nivel de dolor y la fuerza muscular, en dos grupos de 18 corredores recreativos (uno con MTSS y el otro sin), sacaron como resultados que los que tenían MTSS mostraron una disminución de la fuerza muscular en el plano sagital del tobillo, sin correlación con el nivel de dolor y sin cambios en la relación entre los flexores plantares y los dorsiflexores.

El sexto estudio (Mattock et al., 2021) en el que se evaluó la estructura y función de los músculos de la parte inferior de la pierna en corredores de fondo sintomáticos y asintomáticos de MTSS, las extremidades de las personas con MTSS mostraron: déficits en la fuerza de contracción isométrica voluntaria máxima de los músculos flexor largo del dedo gordo, sóleo, tibial anterior y peroneo, y una capacidad reducida de resistencia del flexor plantar del tobillo. Sin embargo, no hubo diferencias en la circunferencia magra de la parte inferior de la pierna.

El séptimo estudio (Mendez-Rebolledo et al., 2021) investigó en atletas femeninas los efectos que podían tener distintos tipos de entrenamientos en la reducción de la incidencia de lesiones, en particular, en MTSS. La tasa de incidencia del MTSS fue de 5,96 lesiones por 1000

horas de exposición de la atleta en el entrenamiento convencional y de 0,82 con el entrenamiento neuromuscular, por lo que se concluyó que el entrenamiento neuromuscular reduce el riesgo relativo de lesión por MTSS. También se observó que se puede mejorar la aptitud física de las atletas.

#### **4. DISCUSIÓN**

El objetivo de esta revisión bibliográfica es encontrar los factores de riesgo que desarrollen MTSS y con eso diseñar un programa de prevención de dicha lesión mediante el ejercicio físico para corredores de fondo. Se han encontrado una gran variedad de factores de riesgo que llevan al desarrollo de MTSS, por lo que deberemos tenerlos en cuenta para trabajar sobre ellos y evitar que aparezca.

Sin embargo, la heterogeneidad de las intervenciones realizadas en los estudios hace complicado poder extraer unas conclusiones definitivas acerca del tipo de entrenamiento más adecuado a utilizar para prevenir el MTSS, pero centrándonos en estos artículos podemos sacar los factores más importantes sobre los que hay que trabajar.

Muchos estudios (Becker et al., 2018; Mattock et al., 2018; Ohmi et al., 2023) coinciden en varios aspectos, como, por ejemplo, que los deportistas sintomáticos de MTSS son los que presentan una mayor pronación del pie. Por tanto, para prevenir su desarrollo, hay que trabajar muy bien este factor. En la propuesta de intervención veremos algunos ejercicios específicos sobre esto. Aparte, otros artículos (Jardim et al., 2022; Mattock et al., 2021; Saeki et al., 2017) coinciden en que es muy importante aumentar la fuerza de los músculos flexores del pie (flexor largo del dedo gordo, tibial anterior, peroneo y flexor plantar del tobillo), ya que las personas con MTSS tienen estos músculos muy débiles, lo cual hace que se cree una presión en la banda iliotibial, produciendo la lesión propiamente dicha. Otro autor (Becker et al., 2018) también menciona que los abductores de cadera son una parte muy importante que se debe trabajar para prevenir este tipo de lesión. Por tanto, en la propuesta de intervención se practicarán ejercicios enfocados a la mejora de fuerza muscular en esa zona.

Con toda esta información, las evidencias encontradas sugieren que los entrenadores o los profesionales de la medicina deportiva que evalúen a los corredores por riesgo de lesión de MTSS, consideren adoptar una evaluación integral que incluya todas estas áreas mencionadas anteriormente.

Por lo tanto, se concluye que, aunque el desarrollo de MTSS sea multifactorial y se necesite más investigación en este campo para sacar resultados concluyentes, trabajando diferentes aspectos podemos llegar a conseguir que no aparezca dicha lesión. Así mismo, en los trabajos analizados no aparecen las formas en las que se aplican de manera práctica los ejercicios, por lo que no se puede saber con certeza si se están aplicando correctamente, lo que nos lleva a la conclusión de que, no parece haber de momento un consenso o ejemplificación de ejercicios que puedan tenerse en cuenta para esta incógnita.

#### **5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

A partir de los resultados extraídos de los artículos de este trabajo, a continuación, desarrollo una propuesta de intervención para la prevención de MTSS en corredores de fondo mediante el ejercicio físico. La intención de esta propuesta es proporcionar una serie de

ejercicios que se puedan incluir en las sesiones de entrenamiento de los deportistas, para que los entrenadores los utilicen como métodos preventivos para evitar la aparición de MTSS.

El sujeto es una mujer de 21 años, con 162 cm de altura, corredora de fondo, que lleva practicando atletismo desde los 8 años y su carga semanal de entrenamiento es de 12 horas, por lo que tiene una gran experiencia y constancia en este deporte. Ella nunca ha tenido ninguna lesión, pero sí algún síntoma relacionado con MTSS. Ahora, está compitiendo a nivel nacional, por lo que he pensado que debería de realizar esta propuesta de intervención que se explica a continuación, la cual está basada en la prevención de MTSS. Con ello, lo que pretendo es trabajar sobre ciertos aspectos para mejorar la fuerza de su musculatura y así que esta lesión no aparezca y no le perjudique en su carrera deportiva.

El objetivo principal que se persigue en este diseño de propuesta es:

- Prevenir la aparición de MTSS.

También, pretendemos trabajar sobre una serie de objetivos específicos:

- Disminuir la pronación del pie.
- Aumentar la fuerza de los músculos flexores del pie.
- Aumentar la fuerza muscular de los abductores de cadera.

Como se ha visto en los estudios, no hay un consenso total de cuáles son los factores de riesgo que desarrollan MTSS y por ello se dice que su desarrollo es multifactorial. Pero, dentro de estos muchos factores, hemos visto algunos muy importantes sobre los que vamos a trabajar en esta propuesta. Así mismo, nos basaremos en el artículo de Mendez-Rebolledo et al., (2021), el cual tiene una relación directa con la propuesta, afirmando que el tipo de entrenamiento neuromuscular es un efecto protector en la reducción de la incidencia del MTSS.

A continuación, planteamos una serie de ejercicios para una parte del entrenamiento, los cuales están pensados que se realicen principalmente en la pretemporada, pero, también lo incluiré dentro de la temporada a modo de recordatorio cada 2 semanas.

Como bien dice (Mendez-Rebolledo et al., 2021), el entrenamiento que vamos a diseñar va a ser de tipo neuromuscular, el cual estará basado en diferentes ejercicios de propiocepción para mejorar la fuerza muscular de distintas partes del cuerpo.

Para empezar con la intervención, lo primero que hay que tener en cuenta es el tipo de pisada, ya que una pronación excesiva del pie es una de las causas principales de padecer MTSS. Si es pronadora, le diremos que utilice unas zapatillas adecuadas para su tipo de pisada, ya que eso ayudará mucho a mejorarla y con ello a prevenir dicha lesión (Becker et al., 2018; Mattock et al., 2018; Ohmi et al., 2023). Por ello, la mujer viene del podólogo con una valoración hecha, en la cual le dicen que su pisada es pronadora, por lo que se diseñarán unos ejercicios para trabajar este factor.

Después, se harán unos ejercicios de propiocepción para aumentar la fuerza de los siguientes músculos: flexor largo del dedo gordo, sóleo, tibial anterior, peroneo y flexor plantar del tobillo (Jardim et al., 2022; Mattock et al., 2021).

Como (Becker et al., 2018) afirma que un factor de riesgo para desarrollar MTSS es tener los abductores de cadera débiles, lo que vamos a hacer es trabajar también sobre estos músculos para aumentar su fuerza y prevenirlo.

En el Anexo 1 se muestran ejercicios enfocados a la potenciación de la musculatura del pie para así evitar la pronación y para la mejora de la fuerza de los músculos flexores del pie.

En el Anexo 2 se muestran tres ejercicios relacionados con el aumento de fuerza en los abductores de cadera. Se presenta en cada ejercicio una breve explicación de su ejecución con una descripción gráfica que ayuda a entenderlo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Becker, J., Nakajima, M., & Wu, W. F. W. (2018). Factors Contributing to Medial Tibial Stress Syndrome in Runners: A Prospective Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(10), 2092-2100. Scopus. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001674>
- Blienkendaal, S., Moen, M., Fokker, Y., Stubbe, J. H., Twisk, J., & Verhagen, E. (2018). Incidence and risk factors of medial tibial stress syndrome: A prospective study in Physical Education Teacher Education students. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 4(1). Scopus. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000421>
- Jardim, R. A. C., Monteiro, R. L., Landre, C. B., Pegorari, M. S., losimuta, N. C. R., & Matos, A. P. (2022). Isokinetic ankle muscle strength is reduced in recreational runners with medial tibial stress syndrome and is not associated with pain. *Motriz. Revista de Educacion Fisica*, 28. Scopus. <https://doi.org/10.1590/S1980-657420220003122>
- Mattock, J., Steele, J. R., & Mickle, K. J. (2018). A protocol to prospectively assess risk factors for medial tibial stress syndrome in distance runners. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 10(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s13102-018-0109-1>
- Mattock, J., Steele, J. R., & Mickle, K. J. (2021). Lower leg muscle structure and function are altered in long-distance runners with medial tibial stress syndrome: A case control study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 14(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00485-5>
- Mendez-Rebolledo, G., Figueroa-Ureta, R., Moya-Mura, F., Guzmán-Muñoz, E., Ramirez-Campillo, R., & Lloyd, R. S. (2021). The protective effect of neuromuscular training on the medial tibial stress syndrome in youth female track-and-field athletes: A clinical trial and cohort study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(7), 1019-10277. Scopus. <https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0376>
- Menéndez, C., Batalla, L., Prieto, A., Rodríguez, M. Á., Crespo, I., & Olmedillas, H. (2020). Medial tibial stress syndrome in novice and recreational runners: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 1-13. Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207457>
- Ohmi, T., Aizawa, J., Hirohata, K., Ohji, S., Mitomo, S., Ohara, T., & Yagishita, K. (2023). Biomechanical characteristics of the lower extremities during running in male long-distance runners with a history of medial tibial stress syndrome: A case control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06216-0>
- Saeki, J., Nakamura, M., Nakao, S., Fujita, K., Yanase, K., Morishita, K., & Ichihashi, N. (2017). Ankle and toe muscle strength characteristics in runners with a history of medial tibial stress syndrome. *Journal of Foot and Ankle Research*, 10(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s13047-017-0197-2>

- Schütte, K. H., Seerden, S., Venter, R., & Vanwanseele, B. (2018). Influence of outdoor running fatigue and medial tibial stress syndrome on accelerometer-based loading and stability. *Gait and Posture*, 59, 222-228. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.10.021>
- Stürznickel, J., Jandl, N. M., Delsmann, M. M., von Vopelius, E., Barvencik, F., Amling, M., Ueblacker, P., Rolvien, T., & Oheim, R. (2021). Bilateral Looser zones or pseudofractures in the anteromedial tibia as a component of medial tibial stress syndrome in athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 29(5), 1644-1650. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06290-0>



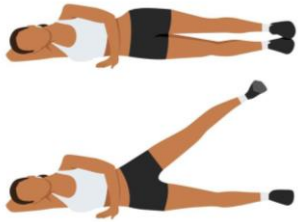
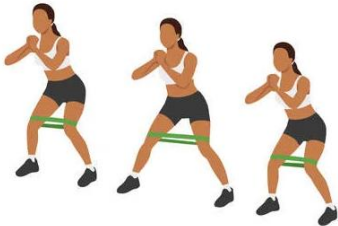
## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Ejercicios para evitar la pronación del pie y mejorar la propiocepción del tobillo.

EJERCICIO	EXPLICACIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA
<p><u>Short Foot:</u></p> <p>3 series de 8 repeticiones cada pie, manteniendo la posición durante 6 segundos.</p>	<p>Este ejercicio se realiza sentado en una silla y con los pies apoyados en el suelo. Se debe empujar con la punta del dedo gordo hacia el suelo, de forma que, al presionar el dedo gordo contra el suelo se sienta la activación de los músculos del arco plantar, notando como aumenta el arco plantar.</p>	
<p><u>Flexor largo del primer dedo:</u></p> <p>4 series de 6 repeticiones cada pie.</p>	<p>Utilizando una goma elástica que se sitúa alrededor de las falanges del primer dedo, se realizan ejercicios de flexión dorsal (excéntrico) y flexión plantar (concéntrico) del músculo flexor largo del primer dedo.</p>	
<p><u>Propiocepción de tobillo:</u></p> <p>3 series de 30 segundos cada pierna.</p>	<p>Para fortalecer la musculatura de los tibiales y peroneos. Se coloca a la pata coja y debe mantener el equilibrio con una postura recta. Como variante: bajar a tocarse el tobillo flexionando las rodillas, subirse encima de un bosu o cerrar los ojos.</p>	
<p><u>Dorsiflexión del tobillo:</u></p> <p>3 series de 12 repeticiones con cada pie.</p>	<p>Sentada en el suelo y con una pierna extendida y otra flexionada y con la banda elástica puesta en la planta del pie, debe llevar la punta del pie hacia arriba, haciendo una flexión dorsal del tobillo.</p>	
<p><u>Flexión plantar del tobillo:</u></p> <p>3 series de 12 repeticiones con cada pie.</p>	<p>Sentada en el suelo y con una pierna extendida y otra flexionada, bajar la punta del pie, es decir, realizar una flexión plantar del tobillo, contra la resistencia de la banda elástica, también situada en la planta del pie.</p>	
<p><u>Fortalecimiento de gemelos y sóleos:</u></p> <p>4 series de 10 repeticiones.</p>	<p>De pie sobre un cajón o un step, eleva los talones y luego bájalos sin llegar a tocar el suelo estirando al máximo el sóleo, para tener mayor rango de recorrido.</p>	



**Anexo 2.** Ejercicios para la mejora de la musculatura de los abductores de cadera.

ABDUCTORES DE CADERA		
EJERCICIO	EXPLICACIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA
<p><u>Elevación lateral:</u></p> <p>3 series de 12 repeticiones cada lado.</p>	<p>Tumbada sobre un costado con la cabeza apoyada sobre un brazo y con las piernas estiradas, se eleva la pierna que se encuentra arriba hasta los 45º y se mantiene unos segundos arriba. Para aumentar la intensidad, se puede añadir un peso en el tobillo.</p>	
<p><u>Desplazamiento lateral con gomas o Monster Walk:</u></p> <p>4 series de 10 repeticiones a cada lado.</p>	<p>Colocada en posición de sentadilla, con las piernas flexionadas y la espalda recta. Las manos delante del cuerpo con los codos doblados, caminar hacia los lados con una goma elástica que ofrezca resistencia. Esta banda se puede colocar justo encima de los tobillos o rodillas.</p>	
<p><u>Extensión lateral con gomas:</u></p> <p>4 series de 6 repeticiones cada pierna.</p>	<p>Colocada con los antebrazos y rodilla apoyados en el suelo y con una banda elástica en las rodillas, levantar una pierna lateralmente superando la resistencia de la goma. El movimiento debe ser controlado.</p>	