

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO PODOLOGÍA



Título del Trabajo Fin de Grado SÍNDROME DE ESTRÉS TIBIAL, Localización de dolor y Etiología. REVISIÓN NARRATIVA

AUTOR: FABREGAT CALIXTO, PABLO

Nº expediente 901

TUTOR REQUENA MARTINEZ, ARANZAZU

COTUTOR BALLESTER NAVARRO, MARIA DE LA PURIFICACION

Departamento y Área ENFERMERÍA

Curso académico 2018 - 2019

Convocatoria de JUNIO

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	5
2. ABSTRACT	6
3. INTRODUCCIÓN	7
3.1 Generalidades	7
3.2 Recuerdo anatómico.....	7
3.3 Factores de riesgo	8
3.4 Etiología	8
3.5 Zonas de dolor.....	9
3.6 Diagnóstico diferencial y pruebas complementarias	10
4. OBJETIVOS	13
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
5.1 Bases de datos y fecha de búsqueda	13
5.2 Estrategia de búsqueda y palabras clave.....	13
5.2.1 Criterios de inclusión y de exclusión.....	15
5.2.2 Artículos seleccionados	15
6. RESULTADOS.....	17
7. DISCUSIÓN	25
8. CONCLUSIONES	29
9. BIBLIOGRAFÍA	30

ÍNDICE DE TABLAS

1. TABLA 1: DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL SÍNDROME DE ESTRÉS TIBIAL.....	10
2. TABLA 2: BÚSQUEDA PUBMED.....	14
3. TABLA 3: BÚSQUEDA SCOPUS.....	15
4. TABLA 4: ARTÍCULOS SELECCIONADOS Y VARIABLES ANALIZADAS.....	17



ÍNDICE DE FIGURAS

1. FIGURA 1: SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA PIERNA INFERIOR DERECHA.....	7
2. FIGURA2: MÚSCULOS IMPLICADOS EN LA FUERZA DE TRACCIÓN.....	8
3. FIGURA 3: CARGAS AXIALES Y CARGAS AXIALES EXCÉNTRICAS.....	9
4. FIGURA 4: ZONAS VULNERABLES SOMETIDAS A CARGAS DE FATIGA.....	10
5. FIGURA 5: DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DOLOR CRÓNICO PARTE INFERIOR DE LA PIERNA.....	11
6. FIGURA 6: DIAGRAMA DE FLUJO.....	16
7. FIGURA 7: RESULTADOS VARIABLE ZONA DE DOLOR.....	21
8. FIGURA 8: RESULTADOS VARIABLE ETIOLOGÍA: FUERZAS DE FLEXÓN.....	22
9. FIGURA 9: RESULTADOS VARIABLE ETIOLOGÍA: FUERZAS DE TRACCIÓN.....	23
10. FIGURA 10: RESULTADOS VARIABLE ETIOLOGÍA: OTROS.....	24

1. RESUMEN

El síndrome de estrés tibial es una de las patologías por uso excesivo más comunes en corredores y reclutas militares. La controversia que rodea a la patología unido a su alta incidencia ha sido el motivo para realizar esta revisión, cuyo objetivo principal es revisar la bibliografía que involucre las diferentes áreas de dolor, así como la etiología, en un diagnóstico de síndrome de estrés tibial confirmado. Se han seleccionado un total de 11 artículos, en los cuales se han revisado las variables definición, zona de dolor y etiología. Se han encontrado un total de nueve definiciones diferentes para síndrome de estrés tibial, cuatro zonas de dolor, y un total de 20 factores etiológicos posibles. En conjunto, proponemos la definición “lesión debilitante por sobreuso de la tibia inducida por el ejercicio, asociada a fuerzas de flexión tibial y fuerzas de tracción muscular, que se produce en el tercio medio-distal del borde posteromedial de la tibia, o en el tercio medio-proximal del borde anterolateral de la tibia”. Por otro lado, determinamos que existen dos zonas de dolor bien diferenciadas: la zona del tercio medio-distal del borde posteromedial de la tibia, y la zona de tercio medio-proximal del borde anterolateral de la tibia. Por último, concluimos que posiblemente el síndrome de estrés tibial esté causado por fuerzas de tracción y/o compresión, que dan lugar a adaptación y posterior remodelación ósea. Y cabe destacar que hacen falta estudios futuros que corroboren lo concluido en esta revisión.

2. ABSTRACT

Tibial stress syndrome is one of the most common overuse pathologies in runners and military recruits. The controversy surrounding the pathology together with its high incidence has been the reason for this review, whose main objective is to review the literature involving the different areas of pain, as well as aetiology, in a diagnosis of confirmed tibial stress syndrome. A total of 11 articles have been selected, in which the variables definition, area of pain and etiology have been reviewed. Nine different definitions for tibial stress syndrome, four areas of pain, and twenty possible etiological factors have been found. Taken together, we propose the definition "debilitating exercise-induced overuse injury of the tibia associated with tibial flexion forces and muscle traction forces, occurring in the middle-distal third of the posteromedial edge of the tibia, or in the middle-proximal third of the anterolateral edge of the tibia. On the other hand, we determined that there are two distinct areas of pain: the medial-distal third area of the posteromedial rim of the tibia, and the medial-proximal third area of the anterolateral edge of the tibia. Finally, we conclude that the tibial stress syndrome may be caused by traction and/or compression forces, which lead to adaptation and subsequent bone remodeling. However, it should be noted that there is a need for future studies to corroborate the findings of this review.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 Generalidades

Las lesiones por estrés o fatiga tienen una incidencia cada vez mayor en nuestra sociedad debido al incremento de la participación en actividades deportivas. El síndrome de estrés tibial representa entre el 13% y el 17% de todas las lesiones al correr (1).

3.2 Recuerdo anatómico

En primer lugar, debemos conocer la anatomía de la pierna y en particular sus cuatro compartimentos. A continuación, se ilustra una sección transversal de la pierna inferior derecha (Figura 1): anterior en la parte superior derecha; lateral en el centro derecho; posterior superficial en la parte inferior izquierda; posterior profundo en el centro. Los componentes de cada uno se definen a continuación:

-Compartimento anterior: músculos tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos y tercer peroneo. Arteria y vena tibial anterior y rama profunda del nervio peroneo común (2)

-Compartimento lateral: músculos peroneo largo y peroneo corto. Rama superficial del nervio peroneo común (2)

-Compartimento posterior superficial: músculos sóleo, delgado plantar y gastrocnemio. Nervio sural. (2)

-Compartimento posterior profundo: músculos flexores largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo y poplíteos. Arteria y vena tibial posterior y nervio tibial (2)

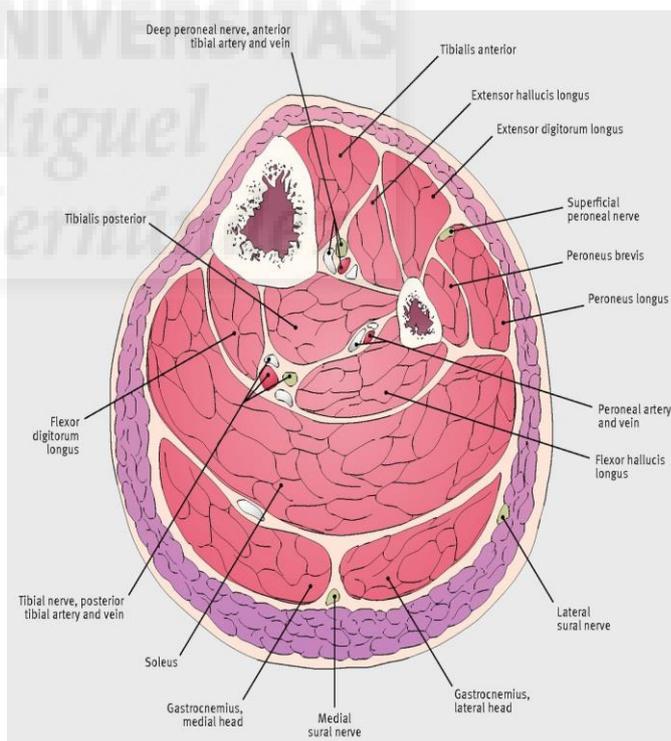


FIGURA 1: Sección transversal de una pierna derecha (3)

El músculo tibial posterior tiene su propio recinto fascial y, a veces, se lo considera un "quinto compartimento" (2)

3.3 Factores de riesgo

Diversos autores han propuesto una serie de factores de riesgo referentes al síndrome de estrés tibial, podemos dividirlos en factores extrínsecos y factores intrínsecos.

Como factores extrínsecos encontramos: el tipo de actividad, inadecuadas técnicas de entrenamiento y el rápido aumento de la intensidad del entrenamiento. Otros como las condiciones del terreno (su dureza o irregularidad), y el tipo de calzado utilizado, no están avalados por estudios científicos (4).

Como factores intrínsecos encontramos: la pronación anormal de la articulación subastragalina, una prueba de caída navicular positiva, el sexo femenino, un índice de masa corporal elevado, mayores rangos de movimientos de cadera tanto externos como internos, circunferencia de la pantorrilla disminuida y la reducción de la densidad mineral ósea. La presencia de disimetrías en las extremidades inferiores y la tendencia a dorsiflexión del tobillo con la rodilla a 0° de extensión son otros posibles factores de riesgo (4).

3.4 Etiología

Diferentes etiologías se han propuesto, aunque ninguna de ellas ha sido determinante para explicar el origen de esta patología. Kirby KA en el volumen 3 de su libro Biomecánica del pie y la extremidad inferior (5), afirma tras la revisión de la literatura que la presencia de uno o dos de los factores siguientes, puede ser la causa de tensiones anormales que causan dicha patología.

- 1- Fuerzas excesivas de tracción de los músculos y/o fascia muscular, que se inserta en el borde medial de la tibia. Garth WPJ et al. en 1989 (6), propusieron que el dolor, podría estar causado por el flexor largo común de los dedos. Por otro lado, Michael RH y Holder LE en 1985 (7), mediante un estudio anatómico de 28 extremidades en cadáveres, señalaron que una fuerza de tracción excesiva de la fascia del



FIGURA 2: Músculos implicados en la teoría de las fuerzas de tracción

músculo sóleo, podría estar implicada como posible causa de dolor.

2- Momentos excesivos de flexión de la tibia durante los ejercicios de carrera y salto. Si una

estructura relativamente larga y estrecha como la tibia, es cargada al extremo de su estructura por fuerzas de compresión que no estén alineadas entre ellas a través de su eje central, cargas axiales excéntricas, esas fuerzas tenderán a causar que dicha estructura se flexione. Cuando una estructura está sometida a fuerzas de flexión, desarrollará tensiones de tracción sobre el borde que está resistiendo la elongación, y tensiones de compresión en el borde que

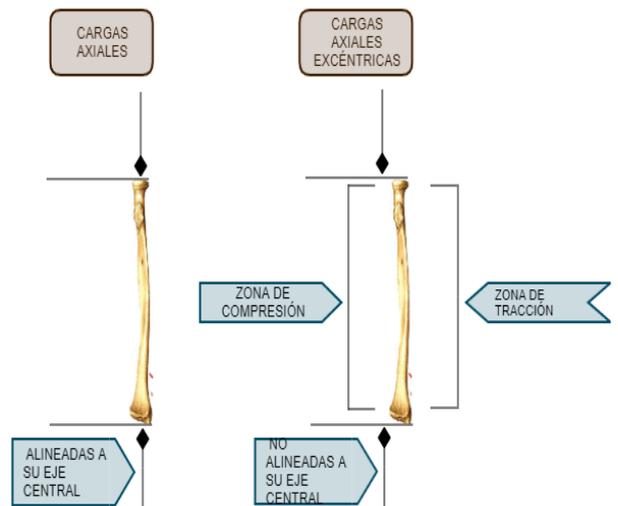


FIGURA 3: Cargas axiales y cargas axiales excéntricas

está resistiendo la compresión (Figura 3). La localización donde van a ocurrir mayores momentos de tensión coincidirá con el área de sección transversa más estrecha de la estructura, en el caso de la tibia su parte central (aproximadamente en la unión de los tercios medio y distal).

3.5 Zonas de dolor

La mayoría de bibliografía añade el término “medial” al síndrome de estrés tibial. Los diferentes autores, hablan únicamente de que existe sensibilidad en el borde posteromedial de la tibia, en el tercio medio o distal.

Yates B y White S en 2004 (8), basaron el diagnóstico del síndrome de estrés tibial en tres criterios, uno hace referencia a la ubicación del dolor y otro la palpación de la tibia. Describen sobre la ubicación del dolor: “dolor a lo largo de la frontera posteromedial de la tibia que puede extenderse a un mínimo de 5 centímetros” y referente a la palpación de la tibia: “la palpación del borde posteromedial de la tibia produjo molestias de naturaleza difusa y limitadas al borde posteromedial de la tibia”. Dicha descripción es ampliamente aceptada por la comunidad, pero ¿Debemos limitar el síndrome de estrés tibial a una única zona? La siguiente imagen (Figura 4) expone las zonas más vulnerables de la tibia sometidas a cargas de fatiga.

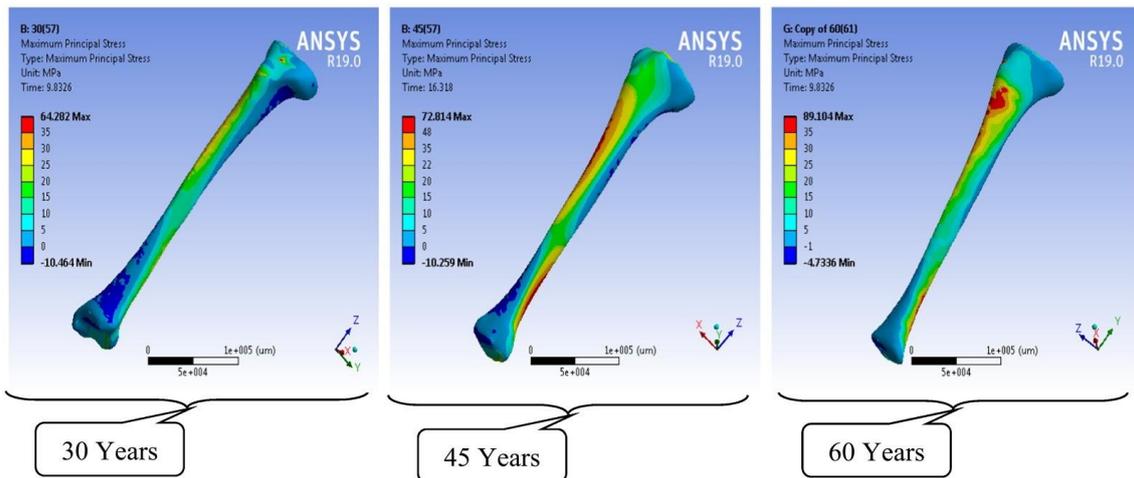


FIGURA 4: Zonas más vulnerables de la tibia sometidas a cargas de fatiga (9)

Encontramos dos zonas bien delimitadas: el tercio medio-distal del borde posteromedial de la tibia, o en el tercio medio-proximal del borde anterolateral de la tibia. ¿Hay autores que defienden la existencia de ambas zonas de dolor?

Rosa Ruiz S et al. (10) afirman que existen dos zonas de dolor, “la primera en el borde tibial antero-interno, que va del maléolo interno al tercio medio de la tibia, lugar en el que se insertan el tibial posterior, el flexor común de los dedos y el sóleo. La segunda en el borde tibial antero-externo, situado entre los maléolos y el tercio medio de la cresta tibial, lugar donde se inserta el tibial anterior”. Ghasemi SH et al. (9) también defiende que la sintomatología se experimenta principalmente en la zona posteromedial o anterolateral de la tibia.

3.6 Diagnóstico diferencial y pruebas complementarias

Brewer RB en 2012 (11) agrupó en una tabla publicaciones relacionadas con el dolor crónico de la parte inferior de la pierna en atletas. Se ha realizado una adaptación propia (Figura 5).

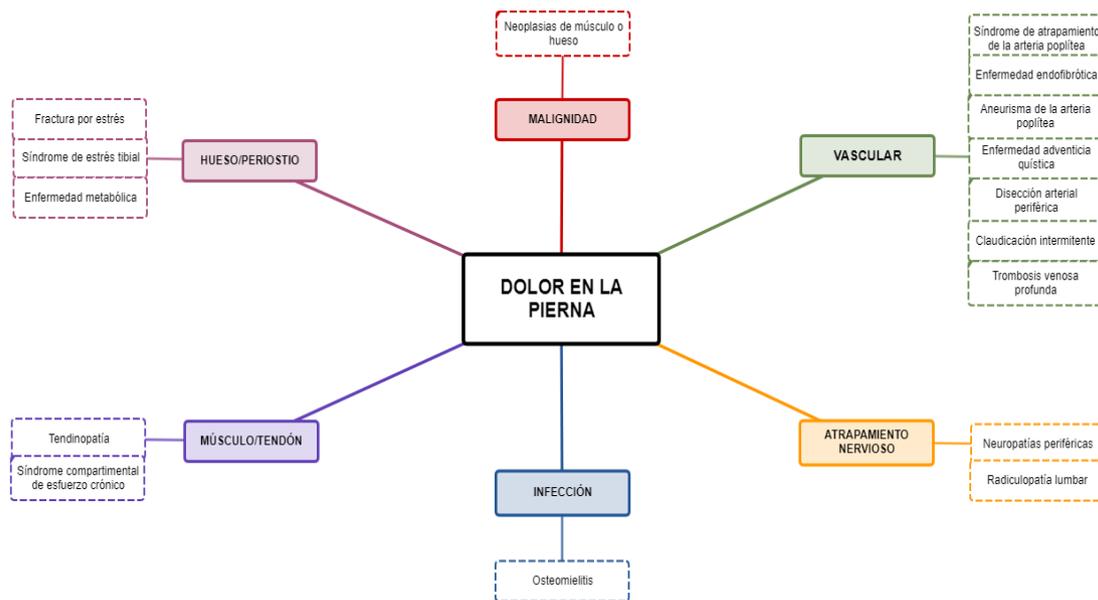


FIGURA 5: Diagnóstico diferencial dolor crónico parte inferior de la pierna

Agrupó un total de 16 patologías con diagnóstico diferencial de dolor crónico en la parte inferior de la pierna. No obstante, Edwards PH et al. (12) y el propio Brewer RB (11) aseguran que debemos diferenciar entre el diagnóstico del síndrome de estrés tibial, en mayor medida con las fracturas por estrés tibial y el síndrome compartimental de esfuerzo crónico. A continuación, se ha realizado una tabla (Tabla 1) con los aspectos más relevantes a la hora de diferenciar estas tres patologías.

PATOLOGÍA	ORIGEN	SINTOMATOLOGÍA	PRUEBAS COMPLEMENTARIAS
Síndrome de estrés tibial	Óseo [11].	<ul style="list-style-type: none"> -Dolor difuso que compromete un área mayor de 5 centímetros, en el borde posteromedial de la tibia (12). -Dolor sordo tras el ejercicio, que puede durar varias horas o días. En los casos graves, el dolor puede persistir durante las actividades normales de la vida diaria (8). - En las zonas de incomodidad, la superficie del hueso puede sentirse desigual (8). -Los pacientes pueden experimentar dolor al comienzo de la actividad, que se puede aliviar con la actividad continua, sólo para reaparecer en la conclusión de la misma (12). -Hay alivio con el reposo y por lo general no se produce por la noche (12). 	<ul style="list-style-type: none"> -Un resultado de patrón de captación longitudinal a lo largo del tercio distal de la tibia en gammagrafía ósea es indicativo de síndrome de estrés tibial (12). La sensibilidad de esta prueba es del 74% (13). -Las radiografías y el examen de tomografía computarizada suelen ser normales (12). -La anomalía más frecuente de la resonancia magnética es una capa delgada de señal intensa, a lo largo del margen exterior de la

		<ul style="list-style-type: none"> -Exámenes vasculares y neurológicos producen resultados normales (12). -En casos raros, puede observarse eritema o hinchazón (12). 	corteza tibial posteromedial (13).
Fracturas de estrés	Óseo [11].	<ul style="list-style-type: none"> -Dolor localizado que compromete un área menor de 5 centímetros, en el borde anterior o posteromedial de la tibia, siendo el primero la zona más común (12). -Dolor leve después de una cantidad específica de ejercicio, luego desaparece. A medida que la enfermedad progresa, el dolor puede llegar a ser muy incapacitante durante las primeras etapas del ejercicio, así como después del cese de la actividad (12). -Dolor nocturno (12). -La palpación provocará sensibilidad localizada en el sitio de la fractura (12). 	<ul style="list-style-type: none"> -El dolor vibratorio en el sitio de fractura producido por un diapasón o ultrasonido, aunque no es definitivo, pueden confirmar el diagnóstico (12). -Las radiografías pueden revelar la "dreaded black line", aunque en estadios iniciales puede no ser determinante (8). -Los hallazgos de resonancia magnética incluyen edema medular, edema perióstico focal y línea de fractura intracortical o intramedular en casos más avanzados (13).
Síndrome compartimental de esfuerzo crónico	Muscular [11].	<ul style="list-style-type: none"> -Dolor difuso acompañado de calambres, ardor y rigidez en la pierna durante el ejercicio (12). -La zona de dolor depende del compartimento implicado, aunque el compartimento anterior se ve afectado con más frecuencia (12). -Dolor durante el ejercicio, pero al cese de éste, el dolor desaparece rápidamente (12). - La palpación en reposo no suele ser dolorosa (12). -La sensación de opresión en los músculos y anomalías sensoriales pueden estar presentes (12). -Puede acompañarse de síntomas adicionales como parestesias, palidez, temperatura fría de la piel y pérdida de pulsos en la zona distal de la extremidad inferior (12). -Eritema o hinchazón localizado pueden estar presentes (12). 	<ul style="list-style-type: none"> -El diagnóstico puede confirmarse mediante mediciones de las presiones intracompartimentales. Las presiones generalmente vuelven a la normalidad de 3 a 5 minutos después del ejercicio. Presiones elevadas de 5 a 10 minutos después del ejercicio, confirman el diagnóstico (12). -Las extensas calcificaciones musculares en forma de placa se reconocen fácilmente en las radiografías o en la tomografía computarizada (13).

Cabe destacar que la prueba de imagen por excelencia para el diagnóstico del síndrome de estrés tibial es la resonancia magnética. Gaeta M et al. (14) compararon prospectivamente la resonancia magnética, la tomografía computarizada y la gammagrafía ósea en la evaluación de 42 pacientes diagnosticados de síndrome de estrés tibial. Encontraron que la resonancia magnética es la modalidad de imagen superior con la mayor sensibilidad y especificidad (88% y 100%) respectivamente.

4. OBJETIVOS

El objetivo principal es revisar la bibliografía que involucre las diferentes áreas de dolor, así como la etiología, en un diagnóstico de síndrome de estrés tibial confirmado.

En segundo lugar, nos marcamos tres objetivos secundarios:

- (a) Proponer una definición para el síndrome de estrés tibial.
- (b) Hacer un consenso de todas las teorías propuestas para la etiología del síndrome de estrés tibial.
- (c) Analizar a partir de la bibliografía las diferentes áreas de dolor.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Bases de datos y fecha de búsqueda

Se ha realizado una búsqueda desde enero hasta mayo de 2019 en las bases de datos Pubmed y Scopus.

5.2 Estrategia de búsqueda y palabras clave

Se han utilizado los términos "*etiology*", "*pathogenesis*" y "*pain*" como descriptores de búsqueda, dichos descriptores han sido consultados en la biblioteca virtual en salud DeCS. También se añadió el término "*shin splints*" ya que la bibliografía utilizaba dicho término para referirse a la patología en cuestión. Pubmed, añadió el término "*medial tibial stress syndrome*" como sinónimo de "*shin splints*" y el término "*causality*" como sinónimo de "*etiology*". Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión sobre los resultados de la ecuación de búsqueda realizada con el término "*shin splints*" (marcada en negrita).

PUBMED		
Detalles de búsqueda	Palabras clave	Resultados
" medial tibial stress syndrome "[MeSH Terms] OR ("medial"[All Fields] AND "tibial"[All Fields] AND "stress"[All Fields] AND "syndrome"[All Fields]) OR "medial tibial stress syndrome"[All Fields] OR ("shin"[All Fields] AND "splints"[All Fields]) OR "shin splints"[All Fields]	<i>Shin splints</i>	350
("medial tibial stress syndrome"[MeSH Terms] OR ("medial"[All Fields] AND "tibial"[All Fields] AND "stress"[All Fields] AND "syndrome"[All Fields]) OR "medial tibial stress syndrome"[All Fields] OR ("shin"[All Fields] AND "splints"[All Fields]) OR "shin splints"[All Fields]) AND ("etiology"[Subheading] OR "etiology"[All Fields] OR "causality"[MeSH Terms] OR "causality"[All Fields])	<i>Shin splints, etiology</i>	145
((("medial tibial stress syndrome"[MeSH Terms] OR ("medial"[All Fields] AND "tibial"[All Fields] AND "stress"[All Fields] AND "syndrome"[All Fields]) OR "medial tibial stress syndrome"[All Fields] OR ("shin"[All Fields] AND "splints"[All Fields]) OR "shin splints"[All Fields]) AND ("etiology"[Subheading] OR "etiology"[All Fields] OR "causality"[MeSH Terms] OR "causality"[All Fields])) AND ("etiology"[Subheading] OR "etiology"[All Fields] OR "pathogenesis"[All Fields])	<i>Shin splints, etiology, pathogenesis</i>	132
((("medial tibial stress syndrome"[MeSH Terms] OR ("medial"[All Fields] AND "tibial"[All Fields] AND "stress"[All Fields] AND "syndrome"[All Fields]) OR "medial tibial stress syndrome"[All Fields] OR ("shin"[All Fields] AND "splints"[All Fields]) OR "shin splints"[All Fields]) AND ("etiology"[Subheading] OR "etiology"[All Fields] OR "causality"[MeSH Terms] OR "causality"[All Fields])) AND ("etiology"[Subheading] OR "etiology"[All Fields] OR "pathogenesis"[All Fields]) AND ("pain"[MeSH Terms] OR "pain"[All Fields])	<i>Shin splints, etiology, pathogenesis, pain</i>	84

En scopus, descartamos el término "*shin splints*", ya que no estaba bien indexado en la base de datos, y descarta muchos artículos referentes a la patología en cuestión. Por otro lado, utilizamos el término "*medial tibial stress syndrome*" como descriptor principal de la patología. Añadimos a la búsqueda los mismos descriptores nombrados anteriormente, "*etiology*", "*pathogenesis*" y "*pain*". Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión sobre el resultado de la ecuación de búsqueda realizada con el término "*medial tibial stress síndrome*" (marcada en negrita).

SCOPUS		
Detalles de búsqueda	Palabras clave	Resultados
TITLE-ABS-KEY (shin AND splints)	<i>Shin splints</i>	274
TITLE-ABS-KEY (medial AND tibial AND stress AND syndrome)	<i>Medial tibial stress syndrome</i>	355
(TITLE-ABS-KEY (medial AND tibial AND stress AND syndrome) AND TITLE-ABS-KEY (etiology))	<i>Medial tibial stress syndrome, etiology</i>	24
(TITLE-ABS-KEY (medial AND tibial AND stress AND syndrome) AND TITLE-ABS-KEY (etiology) AND TITLE-ABS-KEY (pathogenesis))	<i>Medial tibial stress syndrome, etiology, pathogenesis</i>	0
(TITLE-ABS-KEY (medial AND tibial AND stress AND syndrome) AND TITLE-ABS-KEY (etiology) AND TITLE-ABS-KEY (pain))	<i>Medial tibial stress syndrome, etiology, pain</i>	15

5.2.1 Criterios de inclusión y de exclusión

En esta revisión hemos decidido incluir artículos en inglés o español y con una fecha de publicación inferior a cinco años. Por otro lado, hemos decidido excluir estudios que tras la búsqueda aborden otro tipo de patologías diferentes al síndrome de estrés tibial, estudios a los que no se pueda tener acceso al texto completo de forma gratuita o a través de los recursos electrónicos de la biblioteca UMH, *case report* y estudios que no incluyan en su texto completo la ubicación de dolor y la etiología del síndrome de estrés tibial.

5.2.2 Artículos seleccionados

Mediante el siguiente diagrama de flujo (Figura 6), se exponen los criterios de búsqueda utilizados, y los artículos finalmente incluidos.

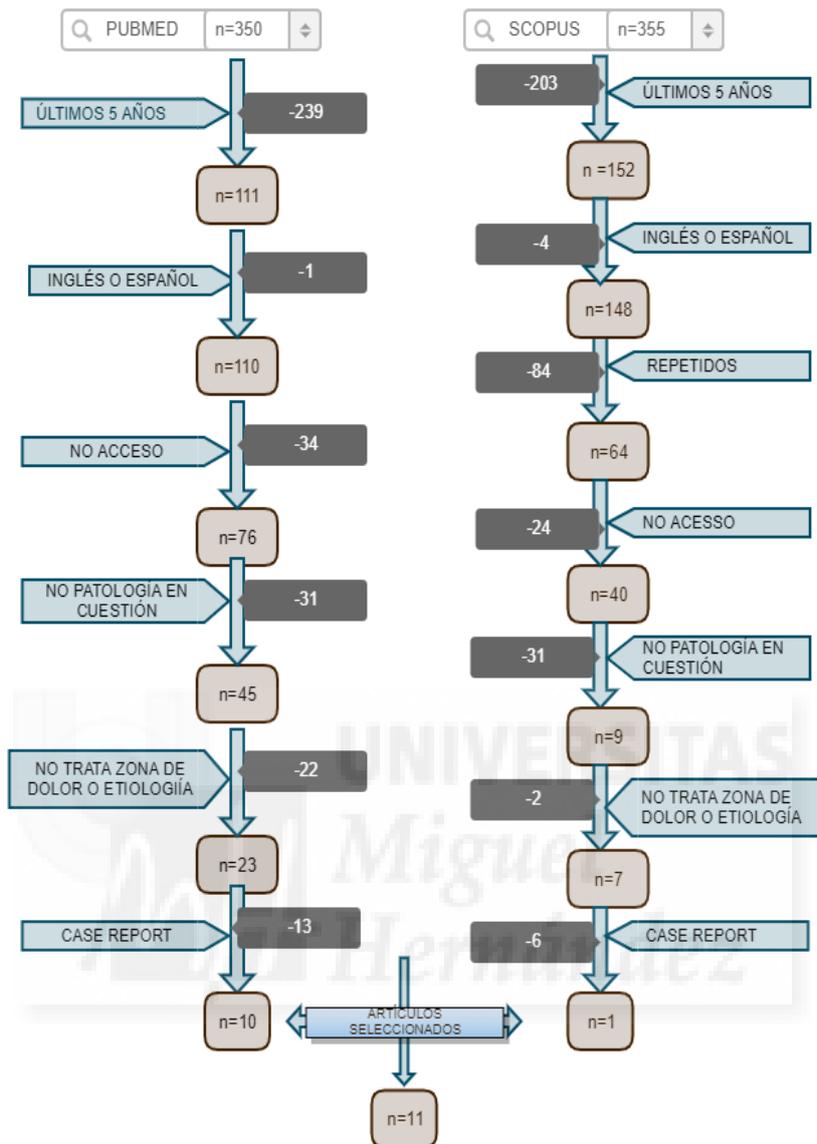


FIGURA 6: Diagrama de flujo de los resultados de la búsqueda en las bases de datos de Scopus y Pubmed.

6. RESULTADOS

Una vez finalizada la búsqueda, se han revisado un total de 705 artículos, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión nombrados anteriormente, se han incluido un total de 11 artículos, 10 artículos de Pubmed y 1 artículo de Scopus. Todos ellos cumplen los criterios de inclusión mencionados con anterioridad. Las variables analizadas en cada artículo (Tabla 4) han sido, la definición utilizada para el síndrome de estrés tibial, la zona de dolor y la etiología.

ARTÍCULO	DEFINICIÓN	ZONA DE DOLOR	ETIOLOGÍA
Gashemi SH et al. (2019) (9)	-	-Tibial medial (posteromedial) . -Tibial anterior (anterolateral).	- Cargas cíclicas que pueden dar lugar a falla por fatiga, cuando la carga excede la resistencia de la estructura, se produce una falla estructural, lo que significa que el sistema no puede proporcionar la funcionalidad que se suponía que estaba operando.
Mattock J et al. (2018) (15)	- Es una lesión inducida por el ejercicio del borde tibial posteromedial.	-Dolor difuso, cubriendo un área de al menos 5 cm en el tercio medio al distal de la frontera posteromedial de la tibia.	-Reacción de estrés óseo de la corteza tibial como resultado de la flexión tibial y la posterior remodelación ósea, lo que da como resultado un hueso relativamente osteopénico que no puede soportar la carga repetitiva experimentada. - Desequilibrio de fuerza entre los músculos inversor y evertor del pie en favor de los músculos evertor.
Winters M et al. (2019) (16)	- Se define como el dolor inducido por el ejercicio a lo largo de los 2/3 distales del borde tibial posteromedial con dolor presente a la palpación de más de ≥ 5 cm.	-2/3 distales del borde tibial posteromedial de más de ≥ 5 cm.	-Distensiones óseas que exceden el umbral de modelado y causan microdaño, las cepas grandes o repetitivas pueden inducir la acumulación de microdaños, lo cual aumenta la fragilidad del esqueleto y la susceptibilidad a las lesiones. La flexión repetida conduce a la adaptación del hueso tibial, predominantemente en sitios donde las cepas son más altas: la unión de 1/3 de la tibia media y distal.
Saeki J et al. (2017) (17)	-Es uno de los trastornos de las piernas inducidos por el ejercicio más comunes en los corredores.	-Borde posteromedial de la tibia.	-La tensión de elongación en los músculos sóleo, flexor largo de los dedos y tibial posterior.
Winters M et al. (2017)	-	-Borde tibial posteromedial, de 5	-Teoría de tracción, los músculos flexores plantares del tobillo

(18)		o más centímetros consecutivos.	profundo inducen la tracción sobre el periostio por contracción repetitiva. -La teoría de la sobrecarga, el hueso tibial responde a las cargas (de alto impacto) ejercidas sobre el hueso durante las actividades deportivas. Las distensiones óseas causan microdaños en el hueso cortical que pueden repararse por debajo de un cierto umbral y, en consecuencia, se fortalece el hueso. La actividad osteoclástica puede, sin embargo, superar actividad de los osteoblastos cuando las cepas superan este umbral óseo.
Brown A (2016) (1)	-También conocido como calambres en las piernas o periostitis de tracción tibial medial, es una lesión por uso excesivo frecuente y a menudo debilitante de la parte inferior de la pierna asociada con las actividades de correr y caminar, y se observa principalmente entre los atletas, el personal militar y los participantes en deportes recreativos.	-Borde posteromedial de la tibia, generalmente en el tercio medio o distal del hueso.	-La flexión repetida causa la adaptación de la tibia, predominantemente en el sitio donde las fuerzas de flexión son mayores, aproximadamente en la unión de los tercios medio y distal. - La tracción repetida en el periostio por las fibras de los músculos que se adhieren a lo largo del borde medial de la tibia, e incluso posiblemente por la fascia crural profunda, que también se adhiere a la misma ubicación. Tradicionalmente, se ha pensado que el músculo tibial posterior es la fuente de esta tracción; sin embargo, otros estudios han implicado a los músculos sóleo y flexor largo de los dedos.
Edama M et al. (2015) (19)	-Es una lesión por uso excesivo de la parte inferior de la pierna que tiene una prevalencia relativamente alta en comparación con otros trastornos de la parte inferior de la pierna.	-El margen medial de la tibia.	- La teoría de la tracción sostiene que es causado por la articulación del tobillo / grupo flexor plantar, la fascia y otros tejidos blandos unidos al margen medial de la tibia. Se cree que la contracción repetida de estos músculos causa tensión de tracción en el segmento inicial, que luego desencadena periostitis y miositis. La ubicación del quiasma crural y plantar puede tener una relación. -La teoría de la flexión o inclinación, sostiene que es causado por la flexión repetida de la tibia, que a su vez provoca la respuesta adaptativa del hueso.
Sobhani V et al. (2015) (20)	-Es una lesión común inducida por el ejercicio que causa un área sensible y dolorosa	-Área sensible y dolorosa en los dos tercios distales del borde medial posterior de la tibia.	-La pronación del pie en la articulación subtalar debido a una malformación en varo inducida por opresión tibial posterior o debilidad del peroneo

	<p>en los dos tercios distales del borde medial posterior de la tibia, el dolor se alivia con el descanso, pero reaparece con el ejercicio.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Flexión tibial por las fibras de Sharpey. - Tensión introducida en la fascia crural profunda debido a la contracción de los músculos del compartimento posterior. - Disparidad en la longitud de las extremidades. El lado más corto podría tener el pie equino, la caída de la articulación de la cadera, la sobre-extensión de la articulación de la rodilla, mientras que el lado más largo podría tener una flexión excesiva de la articulación de la cadera y la rodilla, y la sobre-pronación en la articulación subtalar
<p>Franklyn M and Oakes B (2015) (21)</p>	<p>-El síndrome de estrés tibial medial, es una lesión por sobreuso debilitante de la tibia que sufren las personas que realizan ejercicios de impacto recurrente, como atletas y reclutas militares. Se caracteriza por una periostitis subcutánea tibia difusa anteromedial o posteromedial, con mayor frecuencia en el borde medial cerca de la unión de los tercios medio y distal de la tibia.</p>	<p>-Anteromedial o posteromedial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Síndrome del sóleo: fuerza de tracción excesiva de la fascia del músculo sóleo. - Flexor largo de los dedos y sóleo, por tracción en el sitio de la lesión. - Tibial posterior, dando lugar a sintomatología en el tercio inferior de la tibia. -La ruptura de las fibras de Sharpey, que se extienden desde el complejo sóleo-músculo-tendón, producen una respuesta osteoblástica en el hueso cortical. -Existen diferentes tipos de síndrome de estrés tibial, cada uno con su propia etiología específica: TIPO I: causado por "la flexión tibial de la contracción de las dos cabezas del Gastrocnemio y el músculo Soleo causando momentos de flexión tibial durante la fase de empuje" TIPO II: la tensión en la unión tibial de la fascia profunda en conjunción con los orígenes de la acción poderosa de los músculos del sóleo y el gastrocnemio proximalmente". Tipo III: una combinación de los dos tipos observados en corredores comprometidos de media y larga distancia, o en huesos jóvenes inmaduros donde el crecimiento no está completo y la densidad mineral ósea es baja.
<p>Fogarty S (2015) (22)</p>	<p>-Es una lesión inducida por el uso excesivo de ejercicio que produce un tejido blando inflamatorio y una</p>	<p>-Dolor tercios medio y distal del borde medial de la tibia.</p>	<p>-Tracción perióstica: Estructuras anatómicas (sóleo, tibial posterior u flexor largo de los dedos), tienen la capacidad de impartir una fuerza de tracción en la tibia y su periostio. Existen estudios</p>

	reacción fascial profunda en los tercios medio y distal del borde medial de la tibia.		que defienden que el sitio del dolor corresponde al origen del sóleo medial y no del tibial posterior. Otros han cuestionado esto al afirmar que el músculo sóleo no suele unirse al tercio distal medial de la tibia en cadáveres. -Sobrecarga ósea: Procesos repetidos de flexión y remodelación ósea hacen que el hueso está sometido a más estrés del que puede adaptarse, y produce un mayor número de microfisuras. Durante este período de adaptación, el nuevo hueso es relativamente débil. Si al nuevo hueso no se le da tiempo suficiente para adaptarse antes de que se le aplique más estrés, acumulará daño microscópico (microcracking).
Patil SSD (2017) (23)	- Dolor e incomodidad en la pierna por la actividad repetitiva en superficies duras o por el uso excesivo y forzado de los flexores del pie.	- Dolor y la incomodidad de la pierna en el aspecto posteromedial distal de la pierna.	-Las causas están ampliamente divididas en condiciones agudas y crónicas. -Las afecciones agudas incluyen reacción al estrés óseo, periostitis, fibrositis, distensiones óseas, tenosinovitis, tendinitis del tibial anterior, tibial posterior, sóleo y flexor largo de los dedos. -Las afecciones crónicas incluyen la reacción perióstica, la periostalgia de tracción, la tendinitis crónica, el desgarro por fatiga de las fibras de colágeno de puente entre el músculo y el hueso y el síndrome compartimental crónico.

TABLA 4: Artículos seleccionados y variables analizadas.

Referente a la variable zona de dolor, se nombraron cuatro zonas distintas de la tibia tras el análisis de los 11 artículos. La frontera posteromedial, la anterolateral, la anteromedial y el borde medial de la tibia. A continuación, se exponen los resultados del análisis de la variable zona de dolor (Figura 7).

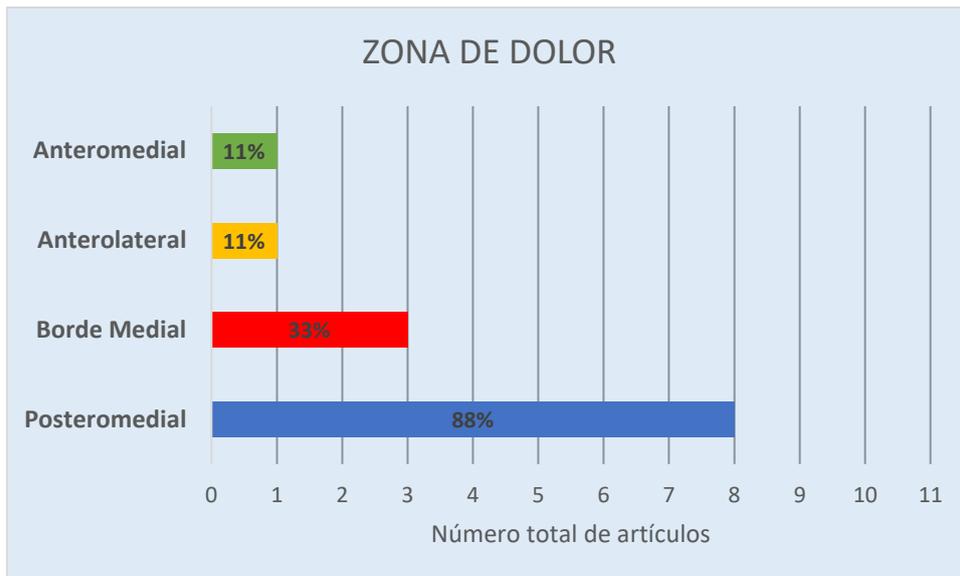


FIGURA 7: Resultados variable zona de dolor.

Como podemos observar en la Figura 7, ocho artículos (1,9,15,16,18,20,21,23) defienden que el dolor es sensible a la frontera posteromedial de la tibia, lo que representa un 88% de los artículos analizados. Tres artículos defienden que el dolor es sensible al borde medial de la tibia (18,19,22), lo que representa un 33% de los artículos analizados. Un artículo defiende que la zona de dolor es sensible a la frontera anterolateral de la tibia, lo que representa un 11% de los artículos analizados (9). Por último, un artículo defiende que el dolor es sensible en la frontera anteromedial de la tibia (21), lo que representa un 11% de los artículos analizados.

Referente a la variable etiología, se nombraron un total de 21 factores etiológicos posibles entre los 11 artículos analizados, muchos de ellos parecidos aunque con alguna variante: Cargas cíclicas que dan lugar a falla por fatiga (9), reacción de estrés óseo resultado de la flexión tibial y posterior remodelación ósea (15,22), desequilibrio entre inversores y eversores del pie (15), distensiones óseas por flexión tibial (16), tensión elongación sóleo flexor común y tibial posterior (17), tracción repetida de flexores plantares profundos (18), sobrecarga ósea por cargas de alto impacto (18), flexión repetida que causa adaptación ósea (1,19), pronación excesiva subtalar por deformidad en varo inducida por opresión tibial posterior o debilidad del peroneo (20), flexión tibial por fibras de Sharpey (20,23), disimetría de miembros inferiores (20), ruptura fibras de Sharpey que se extienden desde el complejo sóleo-músculo-tendón lo cual produce una

respuesta osteoblástica en el hueso cortical (21), tensión en la unión tibial de la fascia profunda en conjunción con los orígenes de la acción poderosa de los músculos del sóleo y el gastrocnemio proximalmente (21), flexión tibial de la contracción de las dos cabezas del gastrocnemio y el músculo sóleo causando momentos de flexión tibial durante la fase de empuje (21), fibrosis (23), tenosinovitis (23), tendinitis de tibial anterior (23), tendinitis del tibial posterior (23), tendinitis del sóleo (23), tendinitis de flexor común de los dedos (23) y síndrome compartimental de esfuerzo crónico (23).

A continuación, se ilustran tres Figuras 8-10 en función del factor etiológico nombrado por cada autor. Dividimos los factores en tres grandes bloques; factores que hagan referencia a la hipótesis de flexión tibial (Figura 8), factores que hagan referencia a la hipótesis de tracción muscular (Figura 9) y otros (Figura 10).

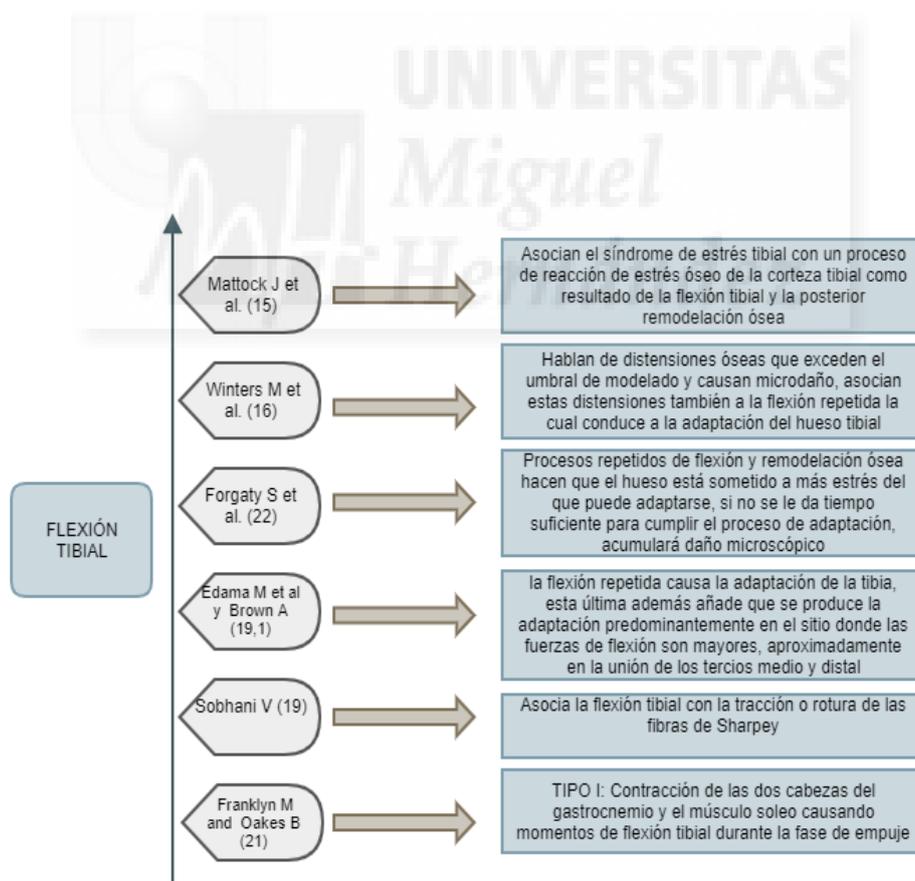


FIGURA 8: Resultados variable etiología: Flexión tibial.

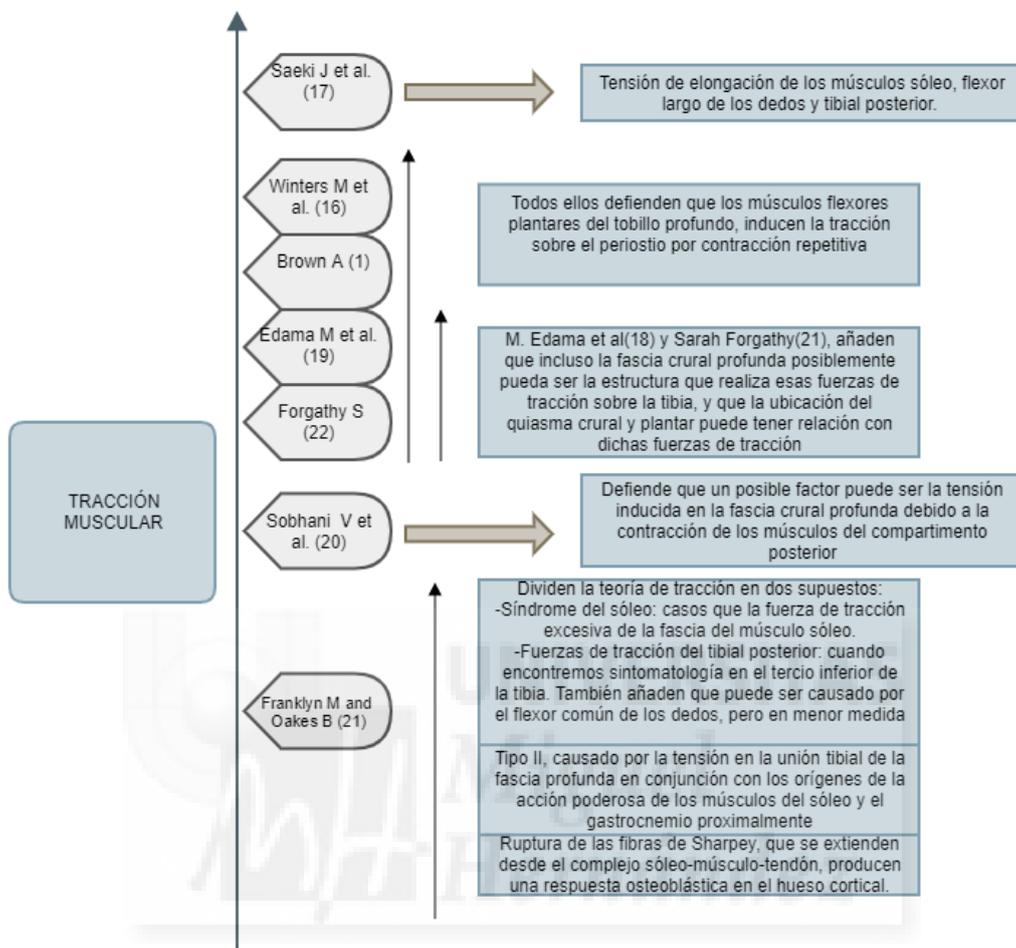


FIGURA 9: Resultados variable etiología: Tracción muscular.

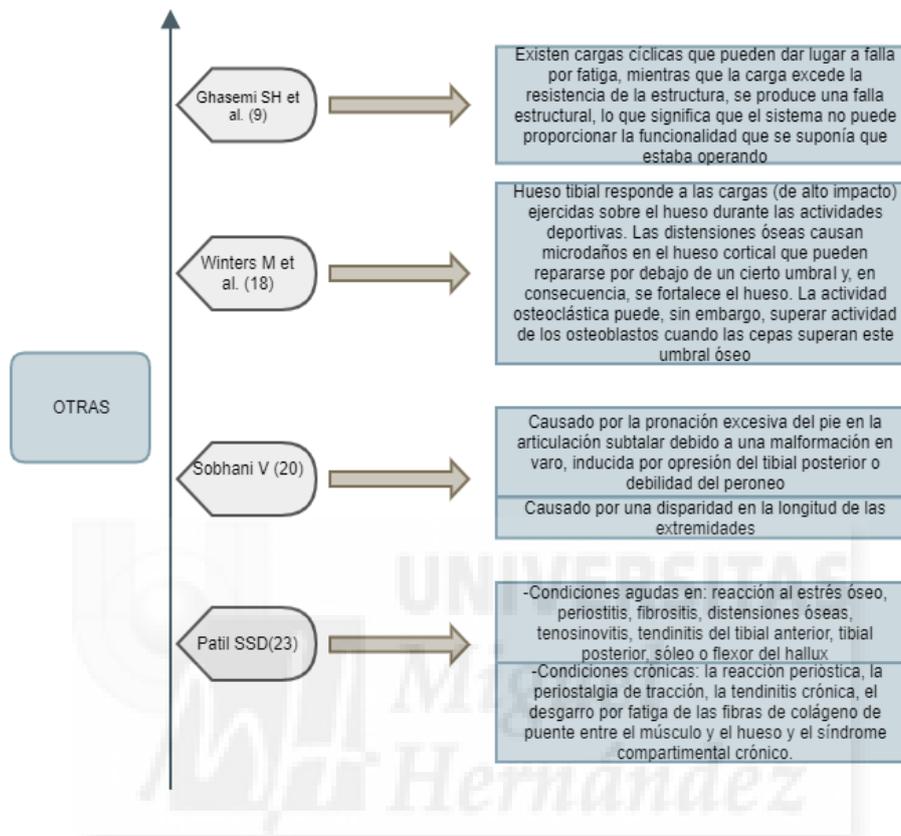


FIGURA 10: Resultados variable etiología: otros.

Referente a la variable definición, no hay unanimidad completa en los 11 artículos a la hora de hablar del síndrome de estrés tibial. Winters M et al. (18) y Ghasemi SH et al. (9), no definieron el término síndrome de estrés tibial. Por otro lado, Mattock J et al. (15), Winters M et al. (16), Saeki J et al. (17), Sobhani V et al. (20), Franklyn M and Oakes B (21) y Fogarty S (22), coinciden en que el síndrome de estrés tibial es una lesión inducida por el ejercicio. Patil SSD (23), añade que se produce por actividad repetitiva en superficies duras o por el uso excesivo y forzoso de los flexores del pie.

Edama M et al. (16) y Brown A (1), la definen como una lesión por uso excesivo. La primera añade que tiene una prevalencia relativamente alta en comparación con otros trastornos de la

parte inferior de la pierna. Mientras que la segunda defiende que está asociada con actividades como correr y caminar, y se observa principalmente entre los atletas, el personal militar y los participantes en deportes recreativos.

Cabe destacar que Mattock J et al. (15), Winters M et al. (16), Sobhani V et al. (20), añaden que la zona sensible de la tibia en un síndrome de estrés tibial es la zona posteromedial. En cambio, Franklyn M and Oakes B (21), defienden que se caracteriza por una periostitis subcutánea tibia difusa anteromedial o posteromedial. Por último, Brown A (1) añade dos términos diferentes para nombrar el síndrome de estrés tibial, “calambres en las piernas” o “periostitis de tracción tibial medial”.

7. DISCUSIÓN

El pensamiento creativo es divergente y el pensamiento crítico es convergente. El pensamiento crítico evalúa la validez de algo que existe y el pensamiento creativo trata de generar algo nuevo. El pensamiento crítico se apoya en métodos y principios establecidos (lógica y racionalidad), y el pensamiento creativo privilegia transgredir tradiciones y paradigmas vigentes, supera las restricciones existentes para lograr su propósito de generar algo original; para esto se recurre a la intuición y a procesos subconscientes. Corresponde a “pensar fuera de la caja”. ¿Qué pensamiento debemos seguir en el ámbito de la investigación? Si bien ambos tipos de pensamiento son obviamente distintos, se privilegia su complementariedad. Según Crane (1983), “Cuando el razonamiento falla, nos salva la imaginación. Cuando la intuición falla, nos salva el razonamiento” (24).

Los resultados de esta revisión dejan clara la controversia que existe alrededor del síndrome de estrés tibial. Dicha controversia ha sido una de las grandes dificultades al realizar la búsqueda, ya que los criterios referentes a la patología no están unificados. Hay discrepancia en cuanto a conceptos como etiología, zonas de dolor y definición. Por lo que es necesario complementar nuestros dos tipos de pensamientos, con el fin de cumplir nuestros objetivos y consensuar los aspectos que rodean al síndrome de estrés tibial.

En cuanto a la etiología, hemos encontrado 21 factores posibles que expliquen cuál es el mecanismo lesivo a la hora de desarrollar un síndrome de estrés tibial. Pienso que términos

como, cargas cíclicas que dan lugar a falla por fatiga (9), reacción de estrés óseo resultado de flexión tibial y posterior remodelación ósea (15,22), distensiones óseas por flexión tibial (16), sobrecarga por cargas de alto impacto (17), flexión repetida que causa adaptación ósea (1,20), refieren todos a un mismo mecanismo lesivo. Fuerzas “*bending*” o de flexión en la tibia, consecuencia de cargas axiales excéntricas, que dan lugar a adaptación. Según Lyritis G (25), la adaptación esquelética al uso mecánico es el factor etiológico de la remodelación ósea. Si las fuerzas de flexión causan adaptación esquelética (1,19), y la adaptación esquelética es la causa de la remodelación ósea (25), podemos determinar que la remodelación ósea no es la causa del síndrome de estrés tibial sino consecuencia.

Por otro lado, asociamos los términos tensión elongacional de sóleo tibial posterior y flexor común de los dedos (17), tracción repetida de flexores plantares o fascia crural profunda (1,18,22), ruptura fibras de Sharpey que se extienden desde el complejo sóleo-músculo- producen una respuesta osteoblástica en el hueso cortical (21), tensión en la unión tibial de la fascia profunda en conjunción con los orígenes de la acción poderosa de los músculos del sóleo y el gastrocnemio proximalmente (21), como teoría de tracción que da lugar a remodelación ósea.

Podemos determinar que tanto las fuerzas de tracción como las fuerzas de flexión, pueden dar lugar a adaptación y remodelación ósea del hueso, lo cual es apoyado por el paradigma de Utah (25). Los músculos pueden potencialmente disipar las fuerzas dinámicas en el esqueleto por contracción excéntrica (26). Cuando la capacidad de los músculos para aliviar la tensión y proteger el hueso de una carga excesiva se ve comprometida, la tensión ósea aumenta. Por otro lado, se ha demostrado mayor tensión tibial cuando los músculos estaban fatigados (27).

Pero ¿Cómo se comporta el hueso ante un proceso de adaptación/remodelación? ¿La remodelación ósea es en realidad un proceso patológico?

El objetivo de la adaptación es fortalecer el hueso para resistir la carga futura (25). Dicha adaptación se describe mediante la ley de Wolf y el paradigma de Utah (25). Las cargas en los huesos causan distensiones óseas que generan señales que algunas células pueden detectar, la evidencia en la literatura reciente defiende que los osteocitos desempeñan un papel importante en la mecanotransducción, un mecanismo a través del cual el hueso detecta estímulos mecánicos (27). La apoptosis de los osteocitos señala a los osteocitos adyacentes para aumentar

la secreción del receptor del factor nuclear kappa B ligando, una proteína que regula la remodelación ósea (16). Cuando las distensiones óseas que exceden el umbral de modelado causan el microdaño, en la mayoría de las circunstancias fisiológicas, el microdaño estimula la remodelación y fortalece el hueso. Sin embargo, las cepas grandes o repetitivas pueden inducir la acumulación de microdaños que aumenta la fragilidad del esqueleto y la susceptibilidad a las lesiones (16). El tiempo necesario para que el nuevo hueso se fortalezca adecuadamente es de 8 semanas (22), y durante este período de adaptación, el nuevo hueso es relativamente débil. Si al nuevo hueso no se le da tiempo suficiente para adaptarse antes de que se le aplique más estrés, acumulará daño microscópico (22).

Por lo que, el microdaño contribuye a dos procesos relacionados pero contradictorios: puede inducir la remodelación para fortalecer el hueso (fisiológico), pero si se acumula sin reparar, también puede provocar lesiones (patológico) (16).

Por todo ello, proponemos que el síndrome de estrés tibial está producido por fuerzas de tracción y/o compresión, que dan lugar a adaptación y posterior remodelación ósea. Pero ¿Podemos diferenciar que tipo de fuerzas están llevando al hueso a dicho proceso de adaptación?

Wolfram U et al. (28) estudiaron la tensión, la compresión la carga de torsión y su efecto en las características de microdaño. Encontraron que las fuerzas de tensión conducían a grietas transversales, perpendiculares al eje de carga; la compresión produjo grietas de corte; y, la torsión condujo a grietas longitudinales.

Uno de los aspectos en los que casi toda la bibliografía coincide, es en la zona de dolor que encontramos en el síndrome de estrés tibial. Según nuestra búsqueda, un 88% coincide en que el dolor es sensible al borde posteromedial de la tibia, generalmente en el tercio medio o distal, aunque, otros autores defienden que existen más de una zona de dolor (9,21). Las fuerzas de flexión tibial, están causadas por cargas axiales excéntricas, es decir, cargas que no están alineadas sobre su eje central. Ese tipo de cargas da lugar a que encontremos en la tibia dos zonas: Una zona de tracción, y otra zona de elongación (5). ¿Podrán sufrir estrés óseo diferentes zonas de la tibia, en función del posicionamiento de ésta, y la dirección de las cargas? En mi opinión faltan estudios que puedan llevarme a contestar esta pregunta, pero la (figura 4), expone la zonas más

vulnerables de la tibia sometidas a las cargas de fatiga, según la edad. En ella podemos ver que, la zona del tercio medio-distal del borde posteromedial de la tibia, y la zona de tercio medio-proximal del borde anterolateral de la tibia, son las zonas más susceptibles a sufrir estrés. Por lo que coincidimos con Ghasemi SH et al. (9) y proponemos que pueden existir dos zonas de dolor en la tibia, la zona posteromedial y la zona anterolateral, en la cual las fuerzas de flexión puede que se asocien a fuerzas de tracción del tibial anterior, ya que coincide dicha zona con el origen de éste, aunque hacen falta estudios que corroboren dicha hipótesis.

Una de las dificultades a la hora de realizar esta revisión ha sido la confusa terminología y la falta de consenso de la literatura en torno a la definición, lo que dificulta la comparación entre diferentes estudios. No existe una definición ampliamente utilizada para el síndrome de estrés tibial disponible en la literatura actual, y esto se ve reflejado en que ninguno de los 11 artículos analizados, coincide a la hora de definir la patología. Esto puede ser debido a que en los últimos 50 años se han utilizado al menos 6 términos para nombrar la misma patología: '*shin soreness*', '*tibial stress syndrome*', '*medial tibial syndrome*', '*medial tibial stress syndrome*', '*shin splints syndrome*' and '*shin splints*' (27). Nosotros vamos a utilizar el término acuñado por Clement DB en 1974 (29) '*tibial stress syndrome*' en castellano 'síndrome de estrés tibial', en contraposición del término 'síndrome de estrés tibial medial', ya que pensamos que existen más de una zona de dolor, y el término "*medial*" reduce la patología a una única zona de dolor.

La definición oficial en la literatura es del 1966, cuando la Asociación Médica Americana definió la condición como: "dolor o incomodidad en la pierna por correr repetidamente sobre superficies duras o por un uso excesivo por la fuerza de los flexores del pie; el diagnóstico debe limitarse a las inflamaciones musculotendinosas, excluyendo fracturas o trastornos isquémicos" (27). Pensamos que esta definición está desactualizada, y en base a nuestros resultados proponemos la siguiente definición para el síndrome de estrés tibial: "El síndrome de estrés tibial es una lesión debilitante por sobreuso de la tibia inducida por el ejercicio, asociada a fuerzas de flexión tibial y fuerzas de tracción muscular, que se produce en el tercio medio-distal del borde posteromedial de la tibia, o en el tercio medio-proximal del borde anterolateral de la tibia".

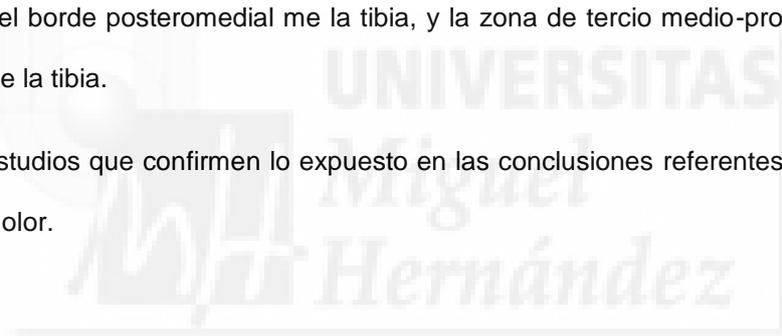
8. CONCLUSIONES

Una de las grandes dificultades de esta revisión ha sido la poca unidad en torno al síndrome de estrés tibial. Debido a esto y a los resultados de esta revisión, recomendamos el uso de la siguiente definición para el término síndrome de estrés tibial. “El síndrome de estrés tibial es una lesión debilitante por sobreuso de la tibia inducida por el ejercicio, asociada a fuerzas de flexión tibial y fuerzas de tracción muscular, que se produce en el tercio medio-distal del borde posteromedial de la tibia, o en el tercio medio-proximal del borde anterolateral de la tibia”

Tras revisar la bibliografía, hemos determinado que el síndrome de estrés tibial puede ser producido por fuerzas de tracción y/o compresión, que dan lugar a adaptación y posterior remodelación ósea.

En cuanto a la localización del dolor, hemos propuesto dos zonas de dolor. La zona del tercio medio-distal del borde posteromedial de la tibia, y la zona de tercio medio-proximal del borde anterolateral de la tibia.

Se precisan estudios que confirmen lo expuesto en las conclusiones referentes a la etiología y las zonas de dolor.



9. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown A. Medial Tibial Stress Syndrome: Muscles Located at the Site of Pain. *Scientifica* (Cairo). 2016 Marzo.
2. Gludemans AWJM, Dierckx RAJO, Gielen JLMA, Zwerver J. *Nuclear Medicine and Radiologic Imaging in Sports Injuries*: Springer; 2015.
3. i.pinimg. [Online]. [cited 2019 marzo 18. Available from: <https://i.pinimg.com/originals/74/db/ed/74dbed89849098bf1d356d0973b1cc87.jpg>.
4. Gomez García S. Actualización sobre el síndrome de estrés tibial medial. *Revista Científica General José María Córdova*. 2016 Enero; 14(17).
5. Kirby KA. *Biomecánica del pie y la extremidad inferior*. tercera ed.: Precisión Intricast; 2008.
6. Garth WPJ, Miller ST. Evaluation of claw toe deformity, weakness of the foot intrinsics, and posteromedial shin pain. *The American Journal of Sport Medicine*. 1989 Noviembre; Diciembre; 17(6).
7. Michael RH, Holder LE. The soleus syndrome. A cause of medial tibial stress (shin splints). *The American Journal of Sport Medicine*. 1985 Abril-Mayo; 17(6).
8. Yates B, White S. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *Am J Sports Med*. 2004 Abril-Mayo; 32(3).
9. Ghasemi SH, Kalantari H, Abdollahikho SS, Nowak AS. Fatigue reliability analysis for medial tibial stress syndrome. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019 Enero; 99.
10. Rosa Ruiz S, Carrión Amorós Y, Rodríguez García IM, Morales Garcia MA, Bermudez Millán E, Peral Rodríguez ML. Cuidados, aspectos psicológicos y actividad física en relación con la salud: ASUNIVEP.
11. Brewer RB, Gregory AJ. Chronic lower leg pain in athletes: a guide for the differential diagnosis, evaluation, and treatment. *Sport Health*. 2012 Marzo; 4(2).

12. Edwards PH, Wright ML, Hartman JF. A practical approach for the differential diagnosis of chronic leg pain in the athlete. *Am J Sports Med.* 2005 Agosto; 33(8).
13. Rubin DA. MRI of Sports Injuries in the Leg. *Current Radiology Reports.* 2017 Noviembre; 5(61).
14. Gaeta M, Minutoli F, Scribano E, Ascenti G, Vinci S, Bruschetta D, et al. CT and MR imaging findings in athletes with early tibial stress injuries: comparison with bone scintigraphy findings and emphasis on cortical abnormalities. *Radiology.* 2005 Mayo; 235(2).
15. Mattock J, Steele J, Mickle K. A protocol to prospectively assess risk factors for medial tibial stress syndrome in distance runners. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2018 Noviembre; 10(1).
16. Winters M, Burr D, van der Hoeven H, Condon K, Bellemans J, Moen M. Microcrack-associated bone remodeling is rarely observed in biopsies from athletes with medial tibial stress syndrome. *J Bone Miner Metab.* 2019 Mayo; 37(3).
17. Saeki J, Nakamura M, Nakao S, Fujita K, Yanase K, et al. Muscle stiffness of posterior lower leg in runners with a history of medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 2018 Enero; 28(1).
18. Winters M, Bon P, Bijvoet S, P BEW, Moen MH. Are ultrasonographic findings like periosteal and tendinous edema associated with medial tibial stress syndrome? A case-control study. *J Sci Med Sport.* 2017 Febrero; 20(2).
19. Edama M, Onishi H, Kubo M, Takabayashi T, Yokoyama E, Inai T, et al. Gender differences of muscle and crural fascia origins in relation to the occurrence of medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 2017 Febrero; 27(2).
20. Sobhani, V; Shakibae, A; Khatibi Aghda, A; Emami Meybodi, MK; Delavari, A; Jahandideh, D. Studying the Relation Between Medial Tibial Stress Syndrome and Anatomic and Anthropometric Characteristics of Military Male Personnel 2015 Junio; 6(2).
21. Franklyn M, Oakes B. Aetiology and mechanisms of injury in medial tibial stress syndrome: Current and future developments. *World J Orthop.* 2015 Septiembre; 6(8).

22. Fogarty S. Massage treatment and medial tibial stress syndrome; A commentary to provoke thought about the way massage therapy is used in the treatment of MTSS. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2015 Julio; 19(3).
23. Patil SSD. *Foot and Ankle Sports Orthopaedics: Foot and Ankle Sports Orthopaedics*; 2017.
24. Baker M, Rudd R, Pomero C. Relationships between critical and creative thinking. *Journal of Southern Agricultural Education Research*. 2001; 51(1).
25. Lyritis G. Humble Bones. From skeletogenesis to the Utah paradigm of skeletal physiology. A tribute to the memories of Webster S.S. Jee and Harold M. Frost. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2018 Septiembre; 18(3).
26. Currey JD. *Bones: Structure and Mechanics* New Jersey; 2002.
27. Moen M, Tol J, Weir A, Steunebrink M, De Winter TC. Medial tibial stress syndrome: a critical review. *Sports Med*. 2009; 39(7).
28. Wolfram U, Schwiedrzik JJ, Mirzaali MJ, Bürki A, Varga P, Olivier C, et al. Characterizing microcrack orientation distribution functions in osteonal bone samples. *J Microsc*. 2016 Diciembre; 264(3).
29. Clement DB. Tibial stress syndrome in athletes. *Journal of sport medicine*. 1974 Marzo; 2(2).