

Facultade de Enfermaría e Podoloxía



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA

Curso académico 2018/2019

LESIONES EN CORREDORES MINIMALISTAS Y NO  
MINIMALISTAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

IZAN MORI FERNÁNDEZ

TUTOR: MANUEL ROMERO SOTO

## ÍNDICE

1. Resumen.....	3
1.1 Resumen estructurado.....	3
1.2 Structured summary.....	4
2. Índice de acrónimos.....	5
3. Introducción.....	6
4. Pregunta de estudio.....	9
5. Metodología.....	9
5.1 Criterios de inclusión y exclusión.....	9
5.2 Claves para una buena búsqueda.....	10
5.3 Bases de datos.....	11
5.4 Gestor de referencias.....	11
5.5 Fecha de la búsqueda.....	11
5.6 Variables de estudio.....	11
6. Resultados.....	12
6.1 Selección de estudios.....	12
6.2 Extracción de datos.....	12
6.3 Síntesis de datos.....	17
7. Discusión.....	20
8. Conclusión.....	23
9. Bibliografía.....	24

## 1. RESUMEN

### 1.1 RESUMEN ESTRUCTURADO

**Objetivo:** Dar a conocer sobre las lesiones que sufren los corredores tanto a la hora de usar un calzado convencional o uno minimalista.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos científicas (Pubmed, Scopus, PEDRO, Cochrane) en las cuales escogeremos estudios que hablen sobre las lesiones en ambos grupos de corredores.

**Resultados:** Después de la realización de la búsqueda bibliográfica, se obtuvieron un total de 179 estudios de los cuales 14 de ellos fueron válidos al cumplir los criterios necesarios para la realización del trabajo.

**Conclusión:** El calzado minimalista no es un tipo de calzado que disminuya la tasa de lesiones como querían hacer ver ciertas marcas deportivas. Provoca una pisada de antepié lo que conllevará la modificación de la biomecánica comparándola con la pisada de un calzado convencional, lo cual llevará a otro tipo de lesiones menos frecuentes en los corredores que utilicen un calzado con un mayor drop, aumentando con ello la probabilidad de lesión durante el periodo de transición.

## 1.2 STRUCTURED SUMMARY

**Objective:** To make known about the injuries suffered by runners both when using a conventional or a minimalist footwear.

**Methodology:** A bibliographic search was conducted in the main scientific databases (Pubmed, Scopus, PEDRO, Cochrane) in which we will choose studies that discuss injuries in both groups of runners.

**Results:** After carrying out the bibliographic search, a total of 179 studies were obtained, of which 14 of them were valid when they met the criteria necessary to carry out the work.

**Conclusion:** The minimalist footwear is not a type of footwear that reduces the rate of injuries as they wanted to make certain sports brands look. It causes a forefoot tread which causes a change in biomechanics compared to the tread of conventional footwear, which will lead to other types of less frequent injuries in runners that use shoes with a higher drop, increasing the probability of injury during the transition period.

## 2. ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- TA: Tendón de Aquiles
- FRS: Fuerzas de reacción del suelo
- MTT: Metatarsiano
- VAS: Escala analógica visual
- RMN: Resonancia magnética nuclear
- DTTP: Disfunción tendón tibial posterior
- TP: Tibial posterior

### 3. INTRODUCCIÓN

Correr se ha convertido en un fenómeno social en los últimos años, debido a esto el número de corredores en todo el mundo ha crecido exponencialmente. Esto se debe a que dicho deporte aporta beneficios conocidos para la salud de las personas, tales como una mejora en la salud cardiovascular lo que implica un descenso de las enfermedades circulatorias, una disminución de la obesidad, beneficio para enfermedades de carácter crónico, etc<sup>1</sup>. Además de dichos beneficios, se trata de un deporte muy accesible para todo el mundo por su bajo coste de realización y su accesibilidad a ser realizado en cualquier sitio ya sea por asfalto, montaña o playa. A la vez que crece el número de corredores habituales, se espera un aumento en el número de lesiones que esta práctica deportiva implica. Se estima que el 53% de los corredores llega a experimentar una lesión a lo largo de un año en las que predominan las lesiones de tobillo y tendón de Aquiles (24%) y las lesiones en el pie (15%)<sup>2</sup>.

A nivel popular podemos distinguir dos principales categorías que son el correr por asfalto o el trail running, modalidad la cual se basa en correr por la montaña con múltiples desniveles tanto positivos como negativos y terrenos muy irregulares y de diferentes durezas.

En los últimos años y debido al boom del running han surgido nuevas corrientes con respecto al tipo del calzado con el que se puede correr. Atendiendo a esto, hoy en día podemos diferenciar a corredores los cuales corren con una zapatilla normal, la cual proporciona amortiguación, control de movimiento y mayor o menor rigidez, o a aquellos corredores llamados minimalistas, los cuales pueden correr con un calzado muy ligero o directamente descalzos.

Se define calzado minimalista a aquel calzado que proporciona una interferencia mínima con el movimiento natural del pie debido a su alta flexibilidad, ligera caída del talón a la punta del pie (drop), un peso muy ligero, espacio suficiente en el antepié y la ausencia de dispositivos de control de movimiento o estabilidad<sup>3</sup>.

Otra de las formas de definir el calzado minimalista es según el drop. El drop es la diferencia de grosor medida en mm entre el apoyo de talón y la zona

metatarsal<sup>4</sup>. Los drop pueden variar desde los 0 mm a los 12 mm. Una diferencia de 8-12 mm es lo que nos encontraríamos en una zapatilla convencional utilizada por corredores populares caracterizada por su alto índice de amortiguación. Otra de las opciones es encontrarse un drop de 4 mm, muy utilizado en zapatillas de Trail running el cual permite un movimiento más natural del pie para adaptarse al terreno irregular. El siguiente tipo de drop que nos podemos encontrar es el que va de 0 a 4 mm, aquí estarían encasilladas las zapatillas minimalistas, las que además deberán de contar con un mínimo peso y una mínima estructura de soporte.

La industria del calzado introdujo en el mercado mejoras en el desarrollo de las zapatillas para correr, como el aumento de la amortiguación, un talón elevado para una mejor distribución de las fuerzas, tecnologías de control de movimiento y de estabilidad con el objetivo de disminuir la tensión que pueda recibir el pie y otras estructuras del cuerpo para descender la tasa de lesiones en los corredores. A su vez también se han elaborado calzado específico para aquellas personas con pies estructurados de distinta manera a la normal como pueden ser pies planos o pies cavos o dependiendo de su función mecánica, como pueden ser aquellos pies con ciertos grados de pronación o supinación. Aun teniendo en cuenta todos estos cambios y mejoras a la hora de elaborar el calzado basándose en la mecánica y estructura del pie no han logrado disminuir la tasa de lesiones en los corredores. Diversas investigaciones sostienen que el exceso de amortiguación del calzado altera la biomecánica normal de la carrera<sup>5</sup> al modificar la cinética y cinemática normal y los patrones de activación muscular. También hay estudios que aseguran que un drop alto en la zapatilla aumenta el consumo de oxígeno y gasto energético lo que perjudicaría a la economía de carrera<sup>6</sup>.

Como un intento de reacción a todos los posibles problemas que podían acarrear el calzado para correr convencional, se empezó a introducir en el mercado un calzado menos estructurado y más delgado. El objetivo de este calzado era promover una pisada más natural del pie interfiriendo lo menos posible en la biomecánica.

Esta corriente de correr minimalista o descalzo no es nueva, ya en las olimpiadas de Roma en el año 1960 el atleta etíope Abebe Bikila ganó la prueba de maratón

corriendo descalzo. También lo haría la atleta sudafricana Zola Budd-Pieterse en las olimpiadas de Los Ángeles en el año 1984 corriendo la prueba de 1500m y cosechando un 7º puesto.

De las ya habladas posibles modificaciones en la biomecánica que produce el calzado según sus elementos tanto de amortiguación como de control de movimiento, también son conocidas las modificaciones que causa el calzado minimalista o la carrera sin ningún tipo de calzados, ya sea directamente por la acción de ese tipo de zapatilla o por la adaptación que tiene que realizar el sujeto para una pisada correcta y acorde al terreno.

Estudios demuestran que el calzado minimalista puede llegar a interferir en la biomecánica de atletas profesionales. Uno de los cambios en la técnica de carrera es la parte del pie con la que se suele atacar el suelo<sup>7</sup>, un sujeto que utiliza una zapatilla con una alta amortiguación tenderá a atacar y pisar primero el suelo con el talón, mientras que con calzado minimalista esto se realizará con el antepié. Este cambio en la pisada va a ocasionar que los tiempos de contacto del pie con el suelo también cambien, disminuyendo en los corredores minimalistas frente a los corredores con una alta amortiguación<sup>8</sup>. Otra de las modificaciones en las que interfiere el calzado minimalista es en la amplitud de la zancada en la que se observa que esta disminuye, por lo cual llevará a un aumento de la cadencia. Además, en el contacto inicial se observa un aumento significativo en la flexión de la rodilla<sup>9</sup>.

El objetivo de este trabajo es realizar una búsqueda en diferentes bases de datos científicas para constatar las lesiones que más se reproducen en corredores que usan un calzado amortiguador y con control de movimiento y en corredores que utilizan un calzado minimalista o que simplemente corren descalzos.

#### 4. PREGUNTA DE ESTUDIO

A día de hoy, la moda del calzado minimalista está en auge, son muchos los corredores habituales los cuales han cambiado el tipo de zapatilla con la que corren normalmente por uno de este tipo con el objetivo de llevar a cabo una pisada más natural que pueda reducir el número de lesiones. El objetivo de este Revisión Bibliográfica será contestar a la siguiente pregunta: ¿Qué lesiones sufren los corredores minimalistas y los no minimalistas?

Población	Intervención	Intervención 2	Objetivo
Corredores minimalistas o no minimalistas mayores de 18 años	Observar el tipo de lesiones en ambos grupos	No procede	Determinar el tipo de lesiones en ambos grupos

#### 5. METODOLOGÍA

##### 5.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Una vez establecida la pregunta de estudio, se establecerán los criterios de inclusión y exclusión que servirán para la selección de los artículos más adecuados para la elaboración del trabajo.

Criterios de inclusión:

- Personas mayores de 18 años que corran de forma habitual
- Estudios comprendidos entre 2009 y 2019
- Artículos en español o inglés

Criterios de exclusión:

- Excluidos todos aquellos sujetos que no sean corredores habituales
- Personas que ya presenten algún tipo de lesión
- Artículos anteriores a 2009

## 5.2 CLAVES PARA UNA BUENA BÚSQUEDA

DESCRIPTORES Y CRITERIOS DE BÚSQUEDA	
<b>Frase/s que describa la búsqueda</b>	Lesiones en corredores minimalistas y no minimalistas.
<b>Palabras con carga semántica</b>	Lesión, Corredor, Minimalismo, Calzado, Descalzo
<b>Otras palabras a tener en cuenta (sinónimos, términos relacionados, específicos, técnicos...)</b>	Biomecánica, gravedad de lesión, tejidos, entrenamiento
<b>Traducción al inglés</b>	Injuries, Running, Runner, Minimalist, Barefoot, Footwear,
<b>Empleo de truncado y/o comillas</b>	``run*``, ``injurie*``, ``minimalist``, ``barefoot``, ``footwear``  ``barefoot injuries``
<b>Combinación con booleanos y paréntesis: posibles ecuaciones de búsqueda (puede añadirse una o varias)</b>	(injurie*) AND ("run*") AND ("minimalist"OR "barefoot" OR "footwear")

### **5.3 BASES DE DATOS**

Se realiza la búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos como PubMed, Scopus, Cochrane y Pedro.

### **5.4 GESTOR DE REFERENCIAS**

Para la realización de este trabajo se utilizó el programa RefWorks tanto para las citas bibliográficas como para detectar la duplicación de los estudios seleccionados

### **5.5 FECHA DE LA BÚSQUEDA**

La búsqueda bibliográfica para la realización de este trabajo se realizó en el mes de marzo del año 2019

### **5.6 VARIABLES DE ESTUDIO**

Mediante los estudios seleccionados buscaremos argumentar las siguientes variables:

- Lesiones según el cambio biomecánico
- Tasa de lesiones
- Gravedad de las lesiones
- Tipos de lesiones

Para ello, solo escogeremos aquellos que respondan a alguna de estas.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Después de haber revisado 179 artículos y ver que cumplían con lo requerido para la elaboración de la revisión, se realizará el trabajo con un total de 14 estudios (imagen 1)



### 6.2 EXTRACCIÓN DE DATOS

Se han revisado y extraído los datos según el título, los autores que realizaron los estudios, el año, la muestra con la que se realiza la investigación y las variables que estudia.

Nº	Título	Autores	Año	Muestra	Variables
1	Self-Reported Minimalist Running Injury Incidence and Severity: A Pilot Stud	Katrina Ostermann, DO Lance Ridpath, MS Jandy B. Hanna, PhD	2016	47 corredores	Examinar la gravedad y el tipo de lesiones
2	Injuries and Footwear. Minimalist Running Shoes	Joseph J. Knapik, ScD; Robin Orr, PhD; Rodney Pope, PhD; Tyson Grier, MS	2016	Revisión bibliográfica que revisa 4 estudios	Tasa de lesiones basadas en las diferencias biomecánicas en los dos tipos de calzado
3	Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear	Michael Ryan, <sup>1</sup> Maha Elashi, <sup>2</sup> Richard Newsham- West, <sup>1</sup> Jack Taunton <sup>2</sup>	2015	103 corredores con pronación neutra o leve	Incidencia de lesiones en corredores minimalistas y convencionales
4	Injuries observed in a prospective transition from traditional to minimalist	Matthew J Salzler, Hollie J Kirwan, Donna M Scarborough, James T Walker, Anthony	2016	14 corredores habituales	Tipo, gravedad de lesiones

	footwear: correlation of high impact transient forces and lower injury severity	J Guarino & Eric M Berkson			
5	Foot and Ankle Injuries in Runners	Adam S. Tenforde, MDa , Amy Yin, MDb , Kenneth J. Hunt,	201 6	Revisión bibliográfica de 7 artículos	Las lesiones comunes de pie y tobillo en atletas de carrera
6	Minimalist shoe injuries: three case reports.	Cauthon DJ, Langer P, Coniglione TC.	201 3	Casos de 3 corredores	Estudia el tipo de lesiones que ocurren mientras utilizas el calzado minimalista
7	Barefoot running: biomechanics and implications for running injuries.	Altman AR, Davis IS	201 2	Revisión bibliográfica de 2 artículos	Diferencias biomecánicas entre minimalistas y no minimalistas que puedan ocasionar lesiones

8	Injuries observed in minimalist runners.	Salzler MJ, Bluman EM, Noonan S, Chiodo CP, de Asla RJ.	2012	10 corredores experimentados	Demostrar las lesiones que sufrían los corredores al usar el calzado minimalista
9	Foot Injuries in Runners	Jeff Kindred, DO, Cameron Trubey, MD, and Stephen M. Simons, MD, FACSM	2011	Pacientes tratados por el autor sin especificar el número total	Lesiones comunes en corredores
10	A Theoretical Perspective on Running-Related Injuries	Gallant JL , Pierrynowski MR	2014	Revisión de 6 artículos	Comparar ambos estilos de carrera en el índice de lesiones
11	Body Mass and Weekly Training Distance Influence the Pain and Injuries Experienced by Runners Using Minimalist Shoes	Joel T. Fuller, y BSc, Dominic Thewlis, y PhD, Jonathan D. Buckley, y PhD, Nicholas A.T. Brown, z PhD, Joseph Hamill, PhD, and Margarita D. Tsiros,	2017	61 corredores masculinos	Aumento del dolor en la carrera a la hora de usar el calzado minimalista

1 2	Foot bone marrow edema after a 10-wk transition to minimalist running shoes.	Ridge ST, Johnson AW, Mitchell UH, Hunter I, Robinson E, Rich BS, Brown SD.	201 4	36 corredores experimentados	Evaluar los cambios oseos y de tejidos blandos en corredores que hacen transición a calzado minimalista
1 3	The Effects of Barefoot and Shod Running on Limb and Joint Stiffness Characteristics in Recreational Runners	<u>Sinclair J.</u> , <u>Atkins S.</u> , <u>Taylor PJ</u>	201 6	15 corredores masculinos	Aumento de las lesiones según rigidez de miembro inferior influenciado por el tipo de calzado
1 4	Effects of minimalist and traditional running shoes on injury rates: a pilot randomised controlled trial	Dubois, B. Esculier, J.-F. Frémont, P. Moore, L. Richards, C.	201 5	26 corredores	Tipos de lesiones en un tipo de corredores y en otro

### 6.3 SÍNTESIS DE DATOS

Una vez realizada la búsqueda bibliográfica en las diferentes bases de datos y habiendo escogido los artículos más apropiados para este trabajo, pasaremos a analizar de los resultados según la variable estudiada en cada uno de ellos.

- **LESIONES SEGÚN CAMBIO BIOMECÁNICO**

Según la revisión de Allison R. y col.<sup>10</sup> un aterrizaje con el antepie aumenta la carga de la musculatura posterior por lo cual la tensión en el TA se incrementará, multiplicando así la probabilidad de lesión en el tendón como se observó en el estudio que analizó a más de 400 corredores minimalistas y no minimalistas donde se les midió su pisada según el tipo y según las FRS ocasionadas y rigidez articular provocada, donde se apreció un aumento de estos parámetros en el grupo minimalista. Además, también achaca a este tipo de pisada el aumento de carga a nivel de la cabeza de los MTT lo que supondrá un mayor riesgo de desarrollar una metatarsalgia por sobrecarga.

- **TASA DE LESIONES**

Según Matthew J Salzler y col.<sup>11</sup> en una transición de 30 semanas del calzado convencional al minimalista en la que intervinieron 14 corredores, 12 de ellos (86%) informaron de una lesión durante esta aumentando la percepción del dolor de 0 al principio a un 3,8 al final según la escala VAS. Según Michael Ryan y col.<sup>12</sup> en un estudio con 103 participantes en el cual divida en tres grupos según el tipo de calzado (convencional, parcialmente minimalista y minimalista) los cuales tenían que seguir un periodo de entrenamiento de 12 semanas. Al finalizar ese periodo, se habían producido un total de 23 lesiones lo que dio un 23,3% de tasa de lesión siendo 19 de esas de los 2 grupos minimalistas lo que aumentó el riesgo de lesión un 160% y un 310% en corredores minimalistas y parcialmente minimalistas respectivamente. En el estudio realizado por Joel T. Fuller y col.<sup>13</sup>

en el que 31 corredores fueron asignados con calzado minimalista y 30 con calzado convencional mientras los sometían a un entrenamiento de 26 semanas con dicho calzado, 11 sufrieron una lesión relacionada con la carrera en el grupo convencional (37%) mientras que 16 lesiones fueron las que desarrollaron en el grupo con calzado minimalista (52%), de esas 16 lesiones, 10 fueron en la parte inferior de la pierna y en el pie por 6 en el grupo convencional en las mismas regiones anatómicas. Además, se registró mediante la escala VAS un aumento del dolor en tobillo, pantorrilla, espinilla y rodilla en el grupo minimalista. Joseph J. y col.<sup>14</sup> nos hablan de un estudio realizado por Goss y col.<sup>15</sup> en el que mediante un cuestionario a 904 corredores entre 18 y 50 años que corrían al menos 10 km a la semana contestaban a preguntas relacionadas con las lesiones y el tipo de calzado que utilizaban. Una vez estudiados esos datos se ve que los corredores convencionales tienen un 3,4% más de probabilidades de desarrollar una lesión que los corredores minimalistas.

- **GRAVEDAD DE LA LESIÓN**

En el estudio realizado por Ostermann K. y col.<sup>16</sup> fueron encuestados 47 corredores con experiencia con calzado minimalista, con el objetivo de averiguar si a la hora de realizar la transición de calzado convencional a calzado minimalista la gravedad de las lesiones aumenta. En él se refleja que solamente 2 corredores experimentaron un aumento del dolor es decir de la gravedad, por lo tanto, en este cuestionario pasado a estos corredores no se apreció un aumento de la gravedad de la lesión, si no que manifestaron una mejora en cuanto a la sintomatología relacionada con el pie y la rodilla.

- **TIPOS DE LESIÓN**

En el estudio realizado por Matthew J y col.<sup>17</sup> en el que debido a un aumento del movimiento minimalista observa a los pacientes que acuden a consultar por este motivo. En el nos narra 10 casos de lesiones en corredores los cuales realizan un kilometraje entre 10 y 70 km semanales con zapatilla minimalista, de las cuales 9 se corresponde a fracturas por estrés y 1 a la ruptura de la fascia plantar.

Dentro de las 9 fracturas, 4 se corresponden al segundo MTT, 3 se corresponden al tercero, uno al cuarto y una al calcáneo. David J. y col.<sup>18</sup> nos dan el mismo punto de vista plasmándonos 3 casos de corredores minimalistas que acuden a consulta. En los dos primeros casos nos hablan de 2 mujeres de 26 y 29 años con un promedio de 50 y 40 km semanales respectivamente que desarrollan una tendinopatía de Aquiles. En el tercer caso nos habla de un varón de 35 años en cual hacía 40 km semanales y que desarrolló una fractura por estrés del 3º MTT.

En el estudio ya mencionado anteriormente de Matthew J Salzler y col.<sup>11</sup> después de la transición de 30 semanas a calzado minimalista de 14 corredores se registraron varias en las que se incluyen 3 metatarsalgias, 7 tendinitis aquileas y 3 casos de dolor a nivel del arco plantar.

Según Dubois, B. y col<sup>19</sup> en un estudio en el cual sometieron a 20 corredores a 16 semanas de entrenamiento dividiéndolos en 2 grupos, uno con calzado convencional y otro con calzado minimalista se observaron diferentes lesiones para un grupo que para otro. En el grupo minimalista se observaron fracturas por estrés de los MTT, síndrome de la banda iliotibial y fascitis plantar, mientras que en el grupo de los corredores con calzado convencional se registraron dolor lumbar inespecífico y 2 síndromes de estrés tibial medial.

Ridge ST. Y col.<sup>20</sup> cogen una muestra de 43 corredores los cuales son divididos en 2 grupos, uno con calzado minimalista y otro con un calzado convencional. Ambos grupos fueron sometidos a una RMN antes de comenzar las 10 semanas de entrenamiento y una vez finalizado este. Al acabar las semanas de entrenamiento se observa a nivel de la imagen de RMN que en el grupo de personas que han utilizado el calzado minimalista de los 19 sujetos 10 desarrollaron un aumento en el edema óseo de al menos 1 de los huesos del pie, habiendo algún caso que aumentó en más de un hueso. El aumento del edema óseo es indicativo de lesión por estrés.

Tenforde AS. Y col<sup>21</sup> y Kindred J.<sup>22</sup> nos hablan de las lesiones más habituales con las que los corredores convencionales acuden a consulta. El primero nos comenta que 3 de las 5 lesiones más comunes que acuden a consulta causadas por el running son la tendinopatía aquilea, la fasciopatía plantar y los esguinces

laterales de tobillo. Un escalón por debajo de estas lesiones en lo referido a la frecuencia con la que se ocasionan estarían las fracturas por estrés óseo y la DTTP. El segundo autor nos menciona otro tipo de lesiones como son las lesiones sesamoideas, las cuales pueden incluir desde fracturas por estrés de estos, sesamoiditis o fracturas agudas. También comenta que las fracturas por estrés de los MTT junto a la fasciopatía plantar y la DTTP son las lesiones más presentadas en consulta por parte de los corredores convencionales.

## 7. DISCUSIÓN

El calzado minimalista fue desarrollado con la idea de adquirir una pisada más natural que proporcionara una biomecánica de carrera la cual no estuviese influenciada por el calzado. Por esta razón, las marcas deportivas se apropiaron de esto para vender este tipo de zapatilla como una que disminuía la tasa de lesiones en los corredores que la utilizaran, pero ¿en realidad influye en las lesiones?

Estudios en los que toda la muestra a estudiar realiza una transición de un tipo de calzado a otro <sup>2</sup>, hasta el 86% de los participantes llegaron a tener una lesión durante ese periodo, o en otros casos en los que compara varios grupos según el tipo de calzado en un periodo de entrenamiento de varias semanas<sup>3 4</sup> en las que un porcentaje igual de alto se corresponde a las personas con ese tipo de calzado además de aumentar exponencialmente el riesgo de padecer alguna lesión en algún momento. Por lo estudiado queda claro que el calzado minimalista aumenta la tasa de lesiones notablemente en su periodo de transición. Esta elevada tasa de lesiones en el periodo de transición probablemente se deba a un periodo inadecuado de adaptación a este tipo de calzado ya que la mayoría de los estudios hacen una comparativa con un periodo adaptativo parecido. Probablemente lo más adecuado sea prolongar ese tiempo de adaptación aumentando las semanas de entrenamiento, al igual que se reduce el drop a una menor velocidad, realizando una bajada más progresiva y alargada en el tiempo para que el corredor vaya tolerando correctamente los mayores impactos que recibirá el pie y a la menor protección que supone el calzado minimalista.

Solo en el estudio de Joseph J. y col.<sup>5</sup> nos habla de que los corredores convencionales tienen una ligera mayor probabilidad de desarrollar una lesión que los corredores minimalistas, esto quizás se deba a que el estudio está basado en un simple cuestionario en el que las personas que participaron respondían según su propio criterio sin ningún apoyo de un profesional cualificado para valorar su tipo de calzado y lesión. Además, los participantes pueden estar influenciados por la idea de que este tipo de calzado esta creado con la idea de disminuir la tasa de lesiones por lo que pueden estar percibiendo de manera incorrecta una lesión por mínima que sea.

En lo referido a si el calzado minimalista disminuye la gravedad de la lesión, en el estudio de Ostermann K. y col.<sup>7</sup> después de encuestar a múltiples corredores los cuales en la actualidad eran corredores minimalistas, pero se les había preguntado si habían apreciado un aumento de la gravedad de las lesiones durante esa transición y una vez afianzados. Una vez analizados los resultados se vio que el calzado minimalista no empeoraba las lesiones. Podemos llegar a la conclusión viendo este cuestionario de que el calzado minimalista aumenta la tasa de lesiones, pero no de una magnitud superior a las ocasionadas por el calzado convencional. Esta variable es estudiada desde el punto de vista de los propios corredores los cuales sin ninguna ayuda de un equipo médico especializado, ni de pruebas diagnósticas que confirmen su idea realizan dicho cuestionario desde un punto de vista de las sensaciones adquiridas a la hora de realizar la práctica deportiva. El problema de esto es que, aunque los runners no sintieran un aumento de la gravedad de sus lesiones con el calzado minimalista esta sí que ha podido empeorar respecto al estado en el que se encontraba anteriormente.

Como ya se había mencionado anteriormente, el calzado minimalista ocasiona un tipo de pisada con el antepié lo que según el estudio que analizó Allison R. y col.<sup>1</sup> es que este tipo de pisada lo que puede provocar es un aumento de la tensión en la musculatura posterior de la pierna, sobre todo en el complejo gastro-aquileo lo que conllevará a una mayor sollicitación mecánica al TA y así aumentando la probabilidad de que este sufra una lesión. Es un estudio que puede ser útil ya que la mayoría de los atletas profesionales llevan a cabo este tipo de pisada y puede ser uno de los responsables de las altas tasas de lesión

en el tendón. Dependerá también del tipo de corredor que sea ya que la pisada de antepié no todos los corredores la saben ejecutar correctamente ya que requiere de cierto grado de experiencia y entrenamiento, además esta pisada no está indicada para toda clase de personas ya que para corredores con un mayor peso corporal no estará del todo recomendada debido a que pueden desarrollar una lesión en la región delantera del pie con más facilidad.

En cuanto al tipo de lesiones que sufren ambos tipos de corredores tanto minimalistas como convencionales, todos los autores reflejan unos resultados parecidos en sus trabajos. Se reproducen los mismos tipos de lesiones ya sean en sujetos que acuden a consulta, como aquellos otros que son sometidos a estudio. Cuando Matthew J y col.<sup>8</sup> y David J. y col.<sup>9</sup> nos hablan de su experiencia clínica con corredores minimalistas, mencionan el mismo tipo de lesiones. El primero de 10 casos nos menciona 9 fracturas por estrés en distintos huesos del pie y una rotura de la fascia plantar, mientras que el segundo, además de una fractura por estrés nos menciona el caso de dos lesiones en el TA. Por otro lado, cuando analizamos los tipos de lesiones en estudios en los cuales llevan una transición a calzado minimalista, Matthew J Salzler y col.<sup>2</sup> y Dubois, B. y col.<sup>10</sup> nos hablan en ambos estudios de fracturas por estrés en los MTT, de tendinosis aquileas y de fasciopatías plantares. Se reproduce un patrón de lesiones en el grupo minimalista en el que el daño óseo a nivel metatarsal, el tendinoso a nivel Aquileo y el fascial a nivel de la fascia plantar es el más reproducido a la hora de realizar una transición a calzado minimalista según todos los autores estudiados. Al analizar estos datos sacamos en claro que un calzado como el minimalista desprotege al pie a la hora del contacto con el suelo, provocando así con una mayor facilidad lesiones de estrés a nivel óseo sobre todo en la zona metatarsal, lo cual también estará alimentado por el apoyo de antepié que provoca este tipo de calzado, que a su vez como mencionamos anteriormente provoca un aumento en la musculatura posterior de la pierna y el TA, reflejándose esto en el número elevado de lesiones que sufre ese tendón. A todo esto, hay que añadirle que su bajo grosor y su escasa o nula protección del pie implica que la fascia plantar sufra con una mayor magnitud las FRS provocando un estrés excesivo en la planta del pie lo cual puede ser uno de los factores que ayude a que se provoque ese número elevado de fasciopatías plantares.

Una de las explicaciones a estas lesiones puede estar en el aumento del edema óseo del que nos habla en su estudio Ridge ST. Y col.<sup>11</sup> que sufren los corredores que usan este tipo de calzado, ya que el aumento del edema óseo es indicativo de lesión de estrés.

Pero los corredores minimalistas no son los únicos que sufren lesiones, los convencionales según Tenforde AS. Y col.<sup>12</sup> y Kindred J.<sup>13</sup> llegan a sufrir las mismas lesiones que los minimalistas, pero con una menor frecuencia. En este grupo se reproducen otro tipo de lesiones que no sucedían en el otro grupo como son los esguinces laterales de tobillo y la DTTP. La lesión de este último puede que esté ausente en el grupo minimalista debido a que desarrollan un gran fortalecimiento de la musculatura intrínseca del pie por lo cual el TP no estará tan sobre solicitado a la hora del apoyo medio, mientras que los esguinces laterales de tobillos, pueden estar más reproducidos en este grupo debido al alto drop que proporcionan diferentes tipos de calzado deportivo convencional, lo que llevarán a una mayor inestabilidad de tobillo a la hora del apoyo y a una mayor probabilidad de torcedura.

## **8. CONCLUSION**

Como conclusión a este estudio, se requieren más investigaciones en el tema y más profundas ya que todos los estudios analizados en los cuales realizaban una comparativa de lesiones entre un grupo u otro lo hacía en un periodo de transición al calzado minimalista y no con un grupo de corredores minimalistas que llevaban realizando su práctica deportiva durante un tiempo con ese tipo de calzado, lo cual puede ser un factor importante a la hora de estudiar la tasa de lesiones. En cuanto a la realización de un periodo de transición queda claro que los atletas que opten por un tipo de calzado minimalista tienen bastante probabilidad de sufrir alguna lesión mientras se adaptan a este calzado ya que la tasa de lesiones y el riesgo a padecer una lesiones se multiplica exponencialmente.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- (1) van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, van Os AG, Bierma-Zeinstra SMA, Koes BW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *British journal of sports medicine* 2007 Aug;41(8):469.
- (2) Luka Vitez, Petra Zupet, Vesna Zadnik, Matej Drobnič. Running injuries in the participants of Ljubljana Marathon. *Slovenian Journal of Public Health* 2017 Oct 9,;56(4):196-202.
- (3) Esculier J, Dubois B, Dionne CE, Leblond J, Roy J. A consensus definition and rating scale for minimalist shoes. *Journal of foot and ankle research* 2015;8(1):42.
- (4) Heredia, Ángel González de la Rubia, López JS, Porres Á. Drop. *Podoscopio: [Revista del Colegio de Podólogos de la Comunidad de Madrid]* 2014(61):1260-1265.
- (5) Lieberman D. What We Can Learn About Running from Barefoot Running. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2012 /04/01;40(2):63-72.
- (6) Franz J, Wierzbinski C, Kram R. Metabolic Cost of Running Barefoot versus Shod. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2012 /08/01;44(8):1519-1525.
- (7) Soares TSA, Oliveira CFd, Pizzuto F, Manuel Garganta R, Vila-Boas JP, Paiva, Mario Casimiro da Anunciação. Acute kinematics changes in marathon runners using different footwear. *J Sports Sci* 2018 Apr;36(7):766-770.
- (8) Roca-Dols A, Losa-Iglesias ME, Sánchez-Gómez R, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, López-López D, Rodríguez-Sanz D, et al. Effect of the cushioning running shoes in ground contact time of phases of gait. *J Mech Behav Biomed Mater* 2018 Dec;88:196-200.
- (9) Barcellona MG, Buckley L, Palmer LJM, Ormond RM, Owen G, Watson DJ, et al. The effect of minimalist footwear and instruction on running: an observational study. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2017;3(1):e000160

- (10) Altman AR, Davis IS. Barefoot running: biomechanics and implications for running injuries. *Curr Sports Med Rep* 2012 Sep-Oct;11(5):244-250.
- (11) Salzler MJ, Kirwan HJ, Scarborough DM, Walker JT, Guarino AJ, Berkson EM. Injuries observed in a prospective transition from traditional to minimalist footwear: correlation of high impact transient forces and lower injury severity. *Phys Sportsmed* 2016 Nov;44(4):373-379.
- (12) Ryan M, Elashi M, Newsham-West R, Taunton J. Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear. *Br J Sports Med* 2014 Aug;48(16):1257-1262.
- (13) Fuller JT, Thewlis D, Buckley JD, Brown NAT, Hamill J, Tsiros MD. Body Mass and Weekly Training Distance Influence the Pain and Injuries Experienced by Runners Using Minimalist Shoes: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2017 Apr;45(5):1162-1170.
- (14) Knapik JJ, Orr R, Pope R, Grier T. Injuries And Footwear (Part 2): Minimalist Running Shoes. *J Spec Oper Med* 2016;16(1):89-96.
- (15) Goss DL, Gross MT. Relationship among self-reported shoe type, footstrike pattern, and injury incidence. *US Army Med Dept J*. 2012;October–December:25–30
- (16) Ostermann K, Ridpath L, Hanna JB. Self-Reported Minimalist Running Injury Incidence and Severity: A Pilot Study. *J Am Osteopath Assoc* 2016 Aug 01;116(8):512-520.
- (17) Salzler MJ, Bluman EM, Noonan S, Chiodo CP, de Asla RJ. Injuries observed in minimalist runners. *Foot Ankle Int* 2012 Apr;33(4):262-266.
- (18) Cauthon DJ, Langer P, Coniglione TC. Minimalist shoe injuries: three case reports. *Foot (Edinb)* 2013 Jun-Sep;23(2-3):100-103.
- (19) Dubois B, Esculier J-, Frémont P, Moore L, Richards C. Effects of minimalist and traditional running shoes on injury rates: a pilot randomised controlled trial. *Footwear Science* 2015;7(3):159-164.
- (20) Ridge ST, Johnson AW, Mitchell UH, Hunter I, Robinson E, Rich BSE, et al. Foot bone marrow edema after a 10-wk transition to

minimalist running shoes. *Med Sci Sports Exerc* 2013 Jul;45(7):1363-1368.

- (21) Tenforde AS, Yin A, Hunt KJ. Foot and Ankle Injuries in Runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2016 Feb;27(1):121-137.
- (22) Kindred J, Trubey C, Simons SM. Foot injuries in runners. *Curr Sports Med Rep* 2011 Sep-Oct;10(5):249-254.