

*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en La Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo del dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica.

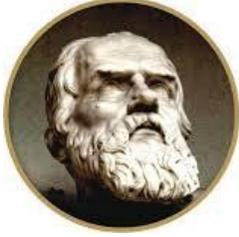


Que Presenta

**José David Cifuentes Echeverría**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2022



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo del dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica.



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**José David Cifuentes Echeverría**

Ponente

**L.F.T. Cinthya Semiramis Pichardo Torres**

Director de Tesis

**Licda. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2022

### INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Jose David Cifuentes Echeverría
Director de Tesis	L.F.T Cinthya Semiramis Pichardo
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Sabán.



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 1 de octubre 2022

Estimado alumno:

**José David Cifuentes Echeverría**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo del dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica.”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlo y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. María Isabel Díaz  
Sabán  
Secretario

Lic. Laura Marcela  
Fonseca Martínez  
Presidente

Lic. Flor de María  
Molina Ortiz  
Examinador



*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

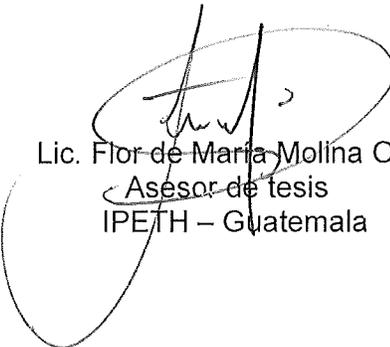
Guatemala, 11 de mayo 2021

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo  
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo del dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica.”** del alumno: **José David Cifuentes Echeverría.**

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, el autor y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente



Lic. Flor de María Molina Ortiz  
Asesor de tesis  
IPEETH – Guatemala



*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
LA REVOLUCIÓN DE LA EDUCACIÓN

Guatemala, 13 de mayo 2021

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **José David Cifuentes Echeverría** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo del dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica.”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala



IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA  
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA  
DIRECTOR DE TESINA**

<b>Nombre del Director:</b>	L.Ft. Cinthya Semiramis Pichardo Torres
<b>Nombre del Estudiante:</b>	José David Cifuentes Echeverría
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	"Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo del dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica"
<b>Fecha de realización:</b>	Otoño 2021

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**



L.Ft. Cinthya Semiramis Pichardo Torres

---

Nombre y Firma Del Director de Tesina



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA  
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA  
ASESOR METODOLÓGICO

<b>Nombre del Asesor:</b>	Licda. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Jose David Cifuentes Echeverría
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo de dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica.”
<b>Fecha de realización:</b>	Otoño 2021

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
<b>1</b>	<b>Formato de Página</b>			
a.	Hoja tamaño carta.	<input checked="" type="checkbox"/>		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	<input checked="" type="checkbox"/>		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	<input checked="" type="checkbox"/>		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	<input checked="" type="checkbox"/>		
e.	Paginación correcta.	<input checked="" type="checkbox"/>		
f.	Números romanos en minúsculas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	<input checked="" type="checkbox"/>		
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	<input checked="" type="checkbox"/>		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	<input checked="" type="checkbox"/>		
j.	Color fuente negro.	<input checked="" type="checkbox"/>		
k.	Estilo fuente normal.	<input checked="" type="checkbox"/>		
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	<input checked="" type="checkbox"/>		
m.	Texto alineado a la izquierda.	<input checked="" type="checkbox"/>		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	<input checked="" type="checkbox"/>		
o.	Interlineado a 2.0	<input checked="" type="checkbox"/>		
p.	Resumen sin sangrías.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>2.</b>	<b>Formato Redacción</b>			
a.	Sin faltas ortográficas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medurado.	<input checked="" type="checkbox"/>		
d.	Continuidad en los párrafos.	<input checked="" type="checkbox"/>		
e.	Párrafos con estructura correcta.	<input checked="" type="checkbox"/>		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	<input checked="" type="checkbox"/>		
g.	Correcta escritura numérica.	<input checked="" type="checkbox"/>		

h.	Oraciones completas.	/		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	/		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	/		
k.	Uso correcto de tildes.	/		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	/		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	/		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	/		
<b>3.</b>	<b>Formato de Cita</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Empleo mínimo de citas.	/		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	/		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	/		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	/		
<b>4.</b>	<b>Formato referencias</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	/		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	/		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	/		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	/		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	/		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	/		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	/		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	/		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	/		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	/		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	/		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	/		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	/		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	/		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Nombre y Firma del Asesor Metodológico

## DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 12 del mes de Noviembre del año 2021.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

L.Ft. Cinthya Semiramis Pichardo Torres



**Asesor Metodológico**  
Función

Licda. María Isabel Díaz Sabán

PA



**Coordinador de Titulación**  
Función

L.Ft. Diego Estuardo Jimenez Rosales



Autorizan la tesina con el nombre de:

“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la onda de choque para el manejo del dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica”

Realizada por el estudiante:

José David Cifuentes Echeverría

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título y Cédula Profesional como Licenciado en Fisioterapia.

 **IPETH®**  
Titulación Campus Guatemala  
Firma y Sello de Coordinación de Titulación

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mi familia, a mis mejores amigos y a las personas que siempre me han brindado una mano y me han demostrado que siempre hay alguien en quien confiar.

José David Cifuentes Echeverría

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia que hicieron que llegara hasta este punto y dejaron que esto fuera posible, agradezco a mi director de tesis por orientarnos, guiarnos y ayudarnos en el proceso y de igual forma a nuestro asesor, agradezco a Dios por darme la oportunidad de llegar a esta recta final y poder concluirla paso a paso y a mis compañeros con quienes tuve la oportunidad de compartir y realizar esta investigación y vivir esta experiencia.

José David Cifuentes Echeverría

## **PALABRAS CLAVE**

Fascitis plantar crónica

Onda de Choque

Tratamiento de la fascitis plantar

Shock wave

Fascia Plantar

Plantar fasciitis +40 years

# ÍNDICES

## ÍNDICE PROTOCOLARIO

PORTADILLA .....	i
INVESTIGADORES RESPONSABLES .....	ii
HOJA DE AUTORIDADES Y TERNA EXAMINADORA .....	iii
CARTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR .....	iv
CARTA DE APROBACION DEL REVISOR .....	v
LISTAS DE COTEJO ASESOR.....	vi
LISTAS DE COTEJO METODÓLOGO .....	viii
HOJA DE DICTAMEN DE TESIS .....	x
DEDICATORIA .....	xi
AGRADECIMIENTOS .....	xii

## ÍNDICE EXPOSITIVO

PALABRAS CLAVE .....	xiii
ÍNDICES .....	xiv
RESUMEN .....	1
CAPÍTULO I .....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 Antecedentes Generales .....	3

1.1.1 Problemática .....	3
1.1.2 Anatomía .....	3
1.1.3 Biomecánica del pie .....	13
1.1.4 Etiología .....	14
1.1.5 Patología .....	14
1.1.6 Fisiopatología .....	15
1.1.7 Factores de riesgo .....	18
1.1.8 Epidemiología .....	20
1.1.9 Diagnóstico .....	21
<b>1.2 Antecedentes Específicos .....</b>	<b>22</b>
1.2.1 Onda de choque .....	22
1.2.2 Mecanismo de acción .....	27
1.2.3 Efectos fisiológicos en el tejido .....	29
1.2.4 Contraindicaciones .....	31
1.2.5 Estrategias fisioterapéuticas para tratar padecimiento .....	31
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>34</b>
<b>2.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>35</b>
<b>2.2 Justificación .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3 Objetivos .....</b>	<b>39</b>
2.3.1 Objetivo General .....	39

2.3.2 Objetivos Particulares .....	39
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>40</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Materiales y métodos .....</b>	<b>41</b>
3.1.1 Materiales .....	41
3.1.2 Variables .....	42
3.2 Enfoque de investigación .....	43
3.3 Tipo de estudio .....	43
3.4 Método de investigación .....	44
3.5 Diseño de la investigación .....	46
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>47</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1 Resultados .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2 Discusión .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3 Conclusiones .....</b>	<b>54</b>
<b>4.4 Perspectivas .....</b>	<b>55</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	<b>12</b>
<b>Tabla 2</b> .....	<b>14</b>
<b>Tabla 3</b> .....	<b>42</b>
<b>Tabla 4</b> .....	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	<b>4</b>
<b>Figura 2</b> .....	<b>5</b>
<b>Figura 3</b> .....	<b>6</b>
<b>Figura 4</b> .....	<b>7</b>
<b>Figura 5</b> .....	<b>8</b>
<b>Figura 6</b> .....	<b>9</b>
<b>Figura 7</b> .....	<b>9</b>
<b>Figura 8</b> .....	<b>12</b>
<b>Figura 9</b> .....	<b>13</b>
<b>Figura 10</b> .....	<b>16</b>
<b>Figura 11</b> .....	<b>17</b>
<b>Figura 12</b> .....	<b>20</b>
<b>Figuras 13, 14 y 15</b> .....	<b>23</b>
<b>Figura 16</b> .....	<b>25</b>
<b>Figura 17</b> .....	<b>25</b>

<b>Figura 18</b> .....	<b>27</b>
<b>Figura 19</b> .....	<b>30</b>
<b>Figura 20</b> .....	<b>41</b>
<b>Figura 21</b> .....	<b>45</b>
<b>Figura 22</b> .....	<b>46</b>

## RESUMEN

La fascitis plantar [FP] crónica es un proceso degenerativo causado por microtraumatismo repetitivos que puede evolucionar a un proceso inflamatorio. Se le conoce como crónica cuando su persistencia es de más de 3 meses de evolución, además de presentar inflamación local y dificultad para la marcha. En los últimos años se han implementado, el uso de la terapia de ondas de choque [OC], estas se aplican en el tejido lesionado con el fin de producir microtraumatismo, así este estimula la curación de la angiogénesis y permite la llegada de mediadores que promueven la cicatrización. Guevara & Acosta, (2018). Se plantearon los siguientes objetivos para llevar a cabo en la investigación: Distinguir los efectos fisiológicos de la OC para disminuir el dolor en pacientes con FP crónica; Identificar limitaciones biomecánicas de la FP en pacientes femeninos de 40 a 50 años; Describir las dosificaciones recomendadas para la aplicación de OC en pacientes con FP crónica para prevenir y disminuir la sintomatología; Identificar cambios fisiológicos en el tejido conectivo como tratamiento para disminuir el dolor en pacientes con FP crónica. Para la realización de esta investigación se realizó una recopilación de información de diferentes bases de datos, siendo de enfoque cualitativa. Además, es de tipo descriptiva, se concluye que el método es de análisis y síntesis ya que es una revisión bibliográfica y un estudio no experimental. La OC dentro de la amplia gama de agentes físicos fue el que mejores resultados obtuvo para la reducción de dolor [es la principal limitante en las actividades funcionales del paciente] en la FP crónica. Las dosificaciones más eficaces fueron las de media y alta energía con pulsos de 900 a 3000 disparos, asistiendo 3 sesiones 1 vez por semana. Xu, et al., (2019). Se describe mejora del endotelio, efecto antiinflamatorio y un aumento de la microcirculación influyendo tanto en el dolor y en la función del pie.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

Se sabe que el pie es una de las estructuras más importantes del cuerpo, ya que recibe información como la mayor parte de las cargas, el uso de calzado “inadecuado” que puedan causar distintas adaptaciones que se puedan ver reflejadas tanto en dolor, discapacidad funcional o en la biomecánica del pie, además esto puede tener un efecto negativo en la fascia plantar por movimientos repetitivos llegando a causar microtraumatismos en esta.

En este capítulo se abordará la patología de la fascitis plantar por lo cual es necesario indagar sobre los distintos factores que abarcan la estructura del pie, en donde se desglosan las articulaciones propias de este, así como su biomecánica y musculatura para comprender como es el estado normal de todas estas estructuras. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que en el pie se pueden presentar distintas patologías incluyendo la fascitis plantar.

## **1.1 Antecedentes Generales**

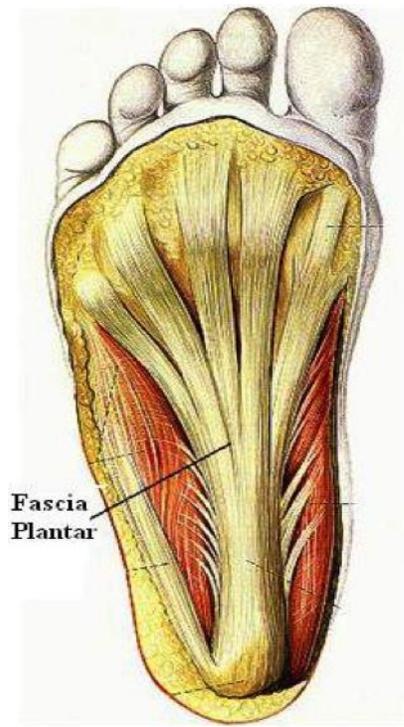
En cuanto a este apartado se detalla cada aspecto relacionado con la fascitis plantar, cómo es su estructura, prevalencia e incidencia, sintomatología, además de cómo es su proceso de diagnóstico.

### **1.1.1 Problemática**

La fascitis plantar también conocida como talalgia plantar se caracteriza por dolor e inflamación en la planta del pie debido a la degeneración y microrroturas que se pueden presentar en las fibras de colágeno de la fascia plantar (Jiménez, 2010).

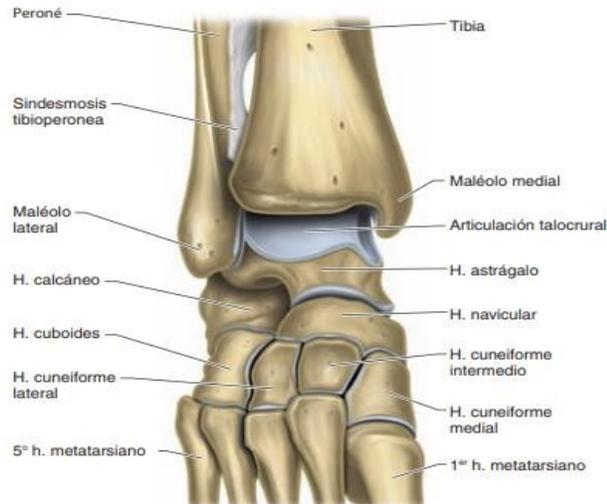
### **1.1.2 Anatomía**

La fascia plantar está formada de múltiples capas y esto lleva a una formación de una banda ancha, ésta cubre la musculatura intrínseca del pie, así como estructuras neurovasculares. Tiene origen en la cara anterior y medial del calcáneo, su forma es triangular de vértice posterior. Además, cabe mencionar que en su porción proximal es grande y estrecha y en su porción distal es más delgada. Las fibras de la fascia conforman una lámina ancha que se extiende y se dirige distalmente en donde se divide en cinco bandas digitales que se dirigen a las articulaciones metatarsofalángicas. Cada una de estas cintas pasa por los lados de los tendones flexores y se inserta en la base de las falanges proximales. También se une a la dermis, ligamento metatarsiano transversal y a la vaina del tendón flexor. (Castro, 2016).



*Figura 1. Fascia plantar. Recuperado de:  
<https://www.ladislaocampos.com/423>*

El tarso está formado por 7 huesos que forman el retropié, se divide en tarso posterior astrágalo y calcáneo- y tarso anterior -navicular, cuneiformes y cuboides- siendo el calcáneo el más grande, es uno de los puntos de apoyo más importantes del pie y delimita la bóveda plantar hacia adelante. (Viladot, 2003).



*Figura 2. Articulación del tobillo, vista anterior del pie derecho. (Pró, 2012)*

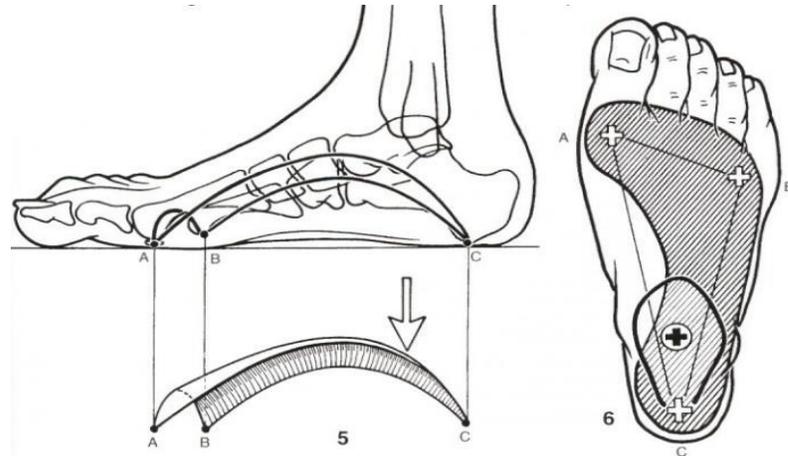
La articulación de tobillo es considerada una de las articulaciones más congruentes y por tanto de las más estables, esta se encuentra formada por la tróclea astragalina y por la mortaja tibioperonea. (Viladot, 2003).

Tróclea Astragalina: su forma es como la de un segmento de cilindro de unos  $105^\circ$  en el plano horizontal es de 4 a 6 mm más ancha por delante que por detrás.

La mortaja tibioperonea: esta se encuentra formada por la parte más distal de los huesos de la pierna como lo son la tibia y el peroné. (Viladot, 2003).

Cabe mencionar a la bóveda plantar ya que es una estructura de la planta del pie muy importante que forma un conjunto arquitectónico en donde se relaciona con otras partes como elementos osteoarticulares, ligamentos y músculos del pie. Esta tiene la capacidad de adaptación a cualquier superficie y se encarga de regular la transmisión de fuerzas, además es un importante amortiguador, se podría decir que es indispensable para la flexibilidad de la marcha. Si hay alguna alteración sus curvas se pueden ver afectadas incluso pueden

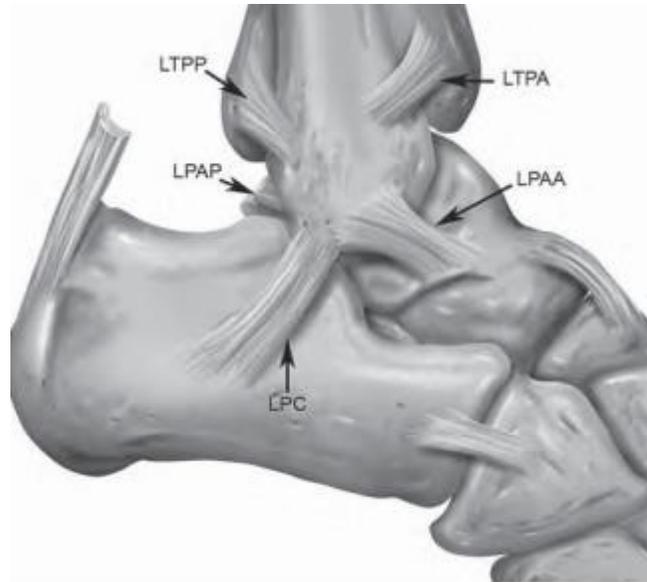
disminuirse y esto ocasiona irregularidades en el apoyo del pie en cualquier superficie, alterando la marcha y bipedestación. La bóveda plantar está formada por 3 arcos: el arco anterior, es el más corto y bajo [entre A y B], el arco externo, tiene una longitud y altura intermedias [entre B y C] y el arco interno, viene siendo el más largo y alto [entre C y A]. (Kapandji, 1998).



*Figura 3. Arcos del pie. (Kapandji, 1998).*

#### 1.1.2.1 Ligamentos y articulaciones del pie

Los ligamentos del tobillo están divididos en cuatro grupos: ligamentos colaterales mediales que son los tibiales, los laterales que son los peroneos, los del seno del tarso y los tibioperoneos. Los peroneos son el ligamento peroneoastragalino anterior, peroneoastragalino posterior y el peroneocalcáneo. (Zaragoza & Fernández, 2013).



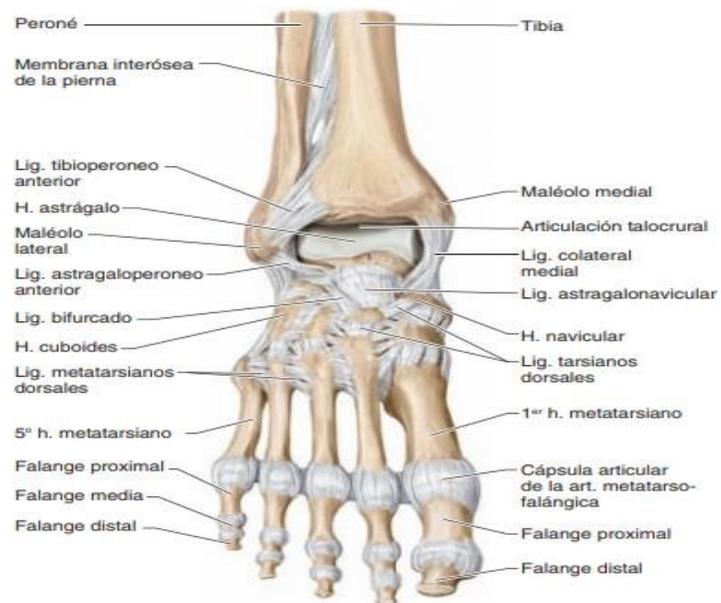
*Figura 4. Esquema de los ligamentos peroneos y tibioperoneos. LTPP: ligamento tibioperoneo posterior, LTPA: ligamento tibioperoneo anterior, LPAP: ligamento peroneoastragalino posterior, LPAA: ligamento peroneoastragalino anterior, LPC: ligamento peroneocalcáneo. (Zaragoza y Fernández, 2013).*

Existen otros ligamentos que forman parte de la estabilidad del pie, como:

- Ligamento astragalocalcáneo lateral, Ligamento astragalocalcáneo medial y ligamento astragalocalcáneo posterior; estos se relacionan con la articulación subastragalina que está formada entre la cara inferior del astrágalo y cara superior del calcáneo.
- Ligamento calcaneonavicular plantar y ligamento astragalonavicular, que se relacionan con la articulación astragaloescafoidea.
- Ligamento calcaneocuboideo, ligamento calcaneocuboideo superior y ligamento calcaneocuboideo plantar, se relacionan con la articulación calcaneocuboidea.
- Ligamentos cuneonaviculares plantares y cuneonaviculares dorsal, se relacionan con la articulación cuneonavicular.

- Ligamentos intercuneiforme dorsal, intercuneiformes óseos y ligamentos intercuneiformes plantares, se relacionan con las articulaciones intercuneiformes.
- Ligamentos colaterales, ligamentos plantares, ligamentos metatarsiano transverso profundo, son los que se encargan de reforzar la cápsula articular de las articulaciones metatarsofalángicas.

(Pró, 2012).



*Figura 5. Articulaciones del tobillo y pie. Vista anterior del pie derecho.*

(Pró, 2012).

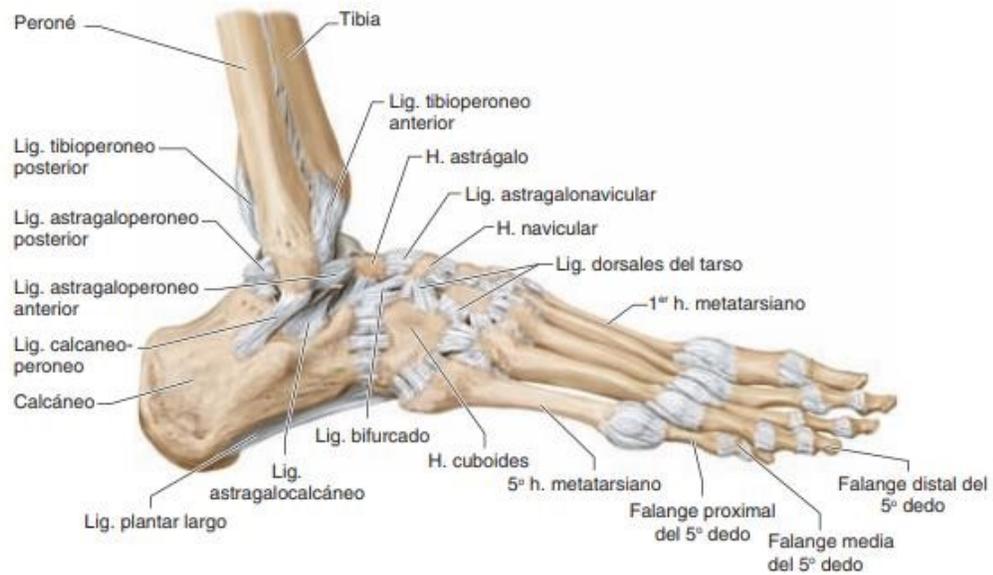


Figura 6. Articulaciones del tobillo y pie. Vista lateral del pie derecho. (Pró, 2012).

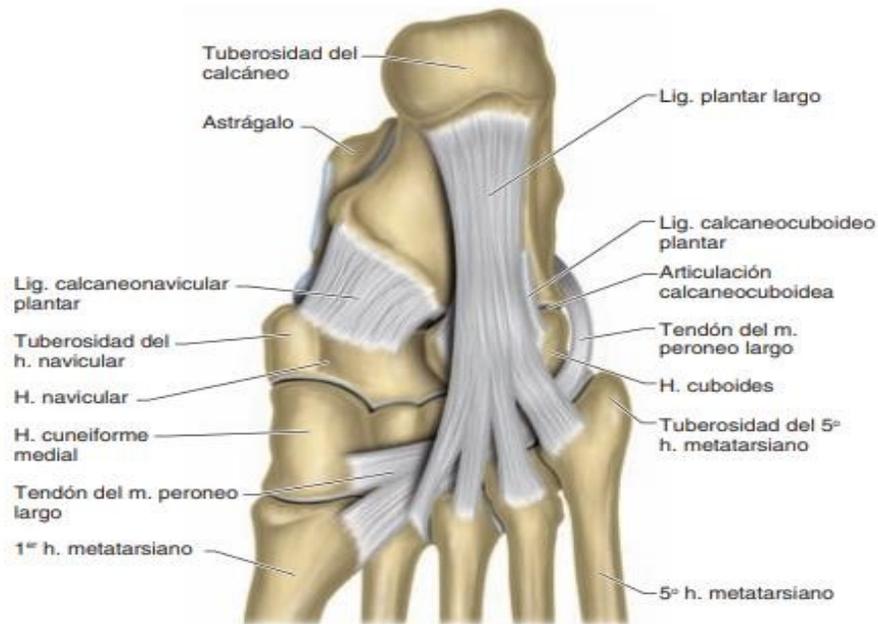


Figura 7. Vista inferior de la región posterior del pie derecho. Ligamentos plantares. (Pró, 2012).

### 1.1.2.2 Músculos del pie

Regiones	Músculos	Origen	Inserción	Inervación	Acción
<b>Dorsal del pie</b>	Extensor corto de los dedos	Cara dorsal y lateral del calcáneo y seno del tarso	Aponeurosis dorsal del segundo al cuarto dedo, se unen al tendón del músculo extensor largo correspondiente a la altura de la articulación metatarsofalángica	Ramo lateral del nervio profundo	Extensor dorsal del segundo al cuarto dedo sobre el metatarso
	Extensor corto del dedo gordo	Cara dorsal y lateral del calcáneo y fascículos fibrosos del seno del tarso	Base de la falange proximal del primer dedo	Ramo lateral del nervio profundo	Extensión del dedo gordo sobre el metatarso
	Interóseos dorsales	Dos cabezas en el metatarso	Falanges proximales del segundo al cuarto dedo y ligamento plantar	Nervio plantar lateral	Flexión y abducción de la articulación metatarsofalángica
	Interóseos plantares	Tercer al quinto metatarsiano	Cara medial de la base de las falanges proximales del tercer al quinto dedo	Nervio plantar lateral	Flexión y abducción de la articulación metatarsofalángica del tercer al quinto dedo
	<b>Plantar (Grupo Mediano)</b>	Cuadrado plantar	Fascículo medial: cara medial del calcáneo Fascículo lateral: cara interior del calcáneo	Borde lateral del tendón del flexor largo de los dedos	Ramo de los nervios plantares (fascículo medial) y el lateral (fascículo lateral)

	Lumbricales	Tendones del flexor largo de los dedos	Base de la falange proximal del segundo al quinto dedo del pie y tendón extensor del dedo correspondiente	Dos primeros lumbricales: ramos del N. plantar medial, últimos lumbricales: ramos del N. plantar lateral	Flexión de la falange proximal y extensión de las falanges media y distal
	Flexor corto de los dedos	Tuberosidad calcánea y aponeurosis plantar	Falange media del segundo al quinto dedo del pie, perforando tendones correspondientes del flexor largo de los dedos	Ramo del nervio plantar medial	Flexión de las dos primeras falanges del segundo al quinto dedo sobre la planta del pie
	Flexor corto del dedo gordo	Huesos cuneiformes medial e intermedio, ligamento plantar largo, tendón del músculo tibial posterior y aponeurosis plantar	Cabeza medial: tendón del músculo flexor largo del dedo gordo, hueso sesamoideo medial y falange proximal del dedo gordo Cabeza lateral: tendón del aductor del dedo gordo, hueso sesamoideo lateral, falange proximal del primer dedo	Nervio plantar medial	Flexión plantar del dedo gordo
<b>Plantar (Grupo medial)</b>	Aductor del dedo gordo	Cabeza oblicua: cara inferior del hueso cuboides, cuneiforme lateral y base del segundo al cuarto metatarsiano	Cabeza oblicua: hueso sesamoideo lateral y base de la falange proximal del dedo gordo Cabeza transversa: hueso sesamoideo lateral y falange proximal del dedo gordo	Ramo del nervio plantar	Flexión y aducción del dedo gordo

	Abductor del dedo gordo	Tuberosidad calcánea y aponeurosis plantar	Hueso sesamoideo medial y falange proximal del dedo gordo	Nervio plantar medial	Abducción medial y flexión plantar del dedo gordo. Le da soporte longitudinal al arco del pie
	Flexor corto del quinto dedo	Base del quinto metatarsiano y ligamento plantar largo	Falange proximal del quinto dedo	Nervio plantar lateral	Flexión y abducción del quinto dedo
<b>Plantar (Grupo lateral)</b>	Oponente del quinto dedo	Base del quinto metatarsiano y ligamento plantar largo	Mitad distal del quinto metatarsiano	Ramo del nervio plantar lateral	Flexión del quinto dedo

Abductor Calcáneo y Cara lateral de la Nervio Flexión plantar y del quinto aponeurosis falange proximal plantar abducción del dedo plantar del quinto dedo lateral quinto dedo

Tabla 1. Músculos del pie (Pró, 2012).

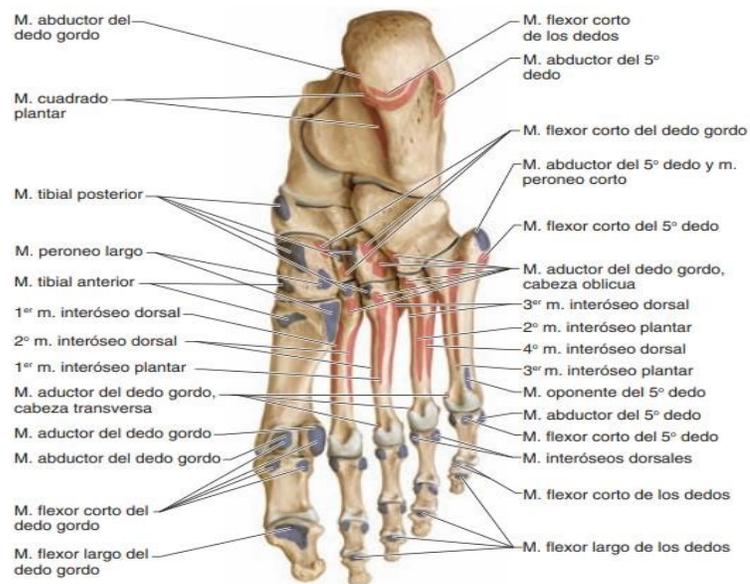


Figura 8. Inserciones musculares del pie, vista plantar. En rojo inserciones proximales (orígenes), en azul las inserciones distales (inserciones). (Pró, 2012).

### 1.1.3 Biomecánica del pie

Cuando se habla del ciclo de la marcha cabe mencionar que el pie es una de las estructuras más importantes en la locomoción del ser humano. El ciclo de la marcha inicia en el momento en el que el pie se encuentra en contacto con alguna superficie y finaliza cuando el mismo pie contacta nuevamente esa superficie. Los más importantes componentes de este ciclo son: la fase de apoyo y la fase de balanceo. (Osorio & Valencia, 2013).

La fase de medio apoyo ocurre cuando una extremidad está en la fase de balanceo y en la otra extremidad que se encuentra en apoyo caen todas las cargas del cuerpo, lo que podría llevar a un aplanamiento del arco plantar. Aquí es donde entra el mecanismo de *Windlass*, este se da cuando hay una flexión dorsal del *hallux* y la fascia plantar se tensa lo que lleva a una elevación del arco plantar, esto permite que el pie pueda actuar como una palanca y sea capaz de propulsarse. (Castro, 2016).

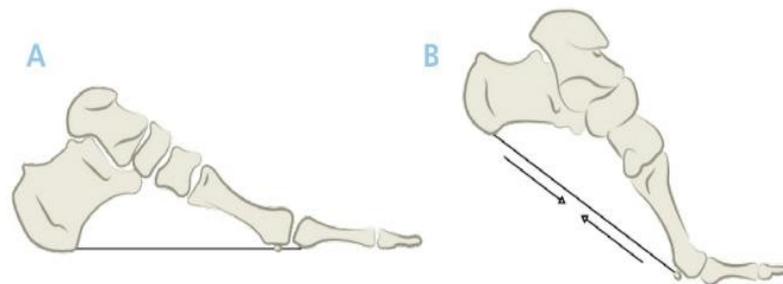


Figura 9. Mecanismo de Windlass. (Castro, 2016).

#### 1.1.4 Etiología

Las causas de la fascitis plantar son multifactoriales, sin embargo, se relaciona con una sobrecarga mecánica que conlleva a la producción de microrroturas en la entesis. (Castro, 2016).

Entre los factores predisponentes a sufrir esta patología se pueden distinguir:

---

CAUSAS INTRÍNSECAS	CAUSAS EXTRÍNSECAS
Calzado inadecuado	Pie cavo o plano.
Pronación excesiva del pie.	Sobrecargas posturales y funcionales
Deficiencias musculares o pérdida de elasticidad de la musculatura flexora irregulares plantar.	Marchas prolongadas por terrenos irregulares

(Díaz & Guzmán, 2014).

---

*Tabla 2. Factores predisponentes de la fascitis plantar. Elaboración propia.*

#### 1.1.5 Patología

La fascitis plantar o talalgia plantar, se caracteriza por un dolor localizado en la zona antero-interna del calcáneo que puede irradiarse hacia el borde interno del pie. La presencia de microrroturas en la fascia derivadas de traumatismos de repetición, producen degeneración progresiva del colágeno ocasionando tendinosis, degeneración de la fascia y necrosis. (Díaz & Guzmán, 2014).

### 1.1.6 Fisiopatología

La inflamación es la respuesta inicial e inespecífica del organismo ante estímulos mecánicos, químicos o microbianos. Es una respuesta rápida, ampliada, controlada humoral y celularmente [complemento, cininas, coagulación y cascada fibrinolítica], desencadenada por la activación conjunta de fagocitos y células endoteliales. Es una respuesta beneficiosa si el proceso inflamatorio mantiene un equilibrio entre células y mediadores. Aparece vasodilatación, aumento de la permeabilidad vascular, activación-adhesión celular e hipercoagulabilidad.

La vasodilatación y el incremento de la permeabilidad microvascular en el lugar de la inflamación aumentan la disponibilidad local de nutrientes y de oxígeno, produciendo calor, hinchazón y edema tisular. Los cambios hemodinámicos producen los cuatro síntomas clásicos asociados a la inflamación local: rubor [eritema], tumor [edema], calor y dolor. La respuesta a la agresión induce cambios cardiovasculares [aumento de la frecuencia cardíaca, de la contractilidad y del gasto cardíaco], neuroendocrinos [liberación de catecolaminas, cortisol, hormona antidiurética, hormona de crecimiento, glucagón e insulina]. Existe atrapamiento de líquidos debido al tercer espacio, e incremento del consumo de oxígeno. (García, Sánchez & Lopez, 2000).

La dilatación capilar permite el paso de líquido y proteínas sanguíneas [entre las que se encuentran complemento e inmunoglobulinas], estos al acumularse producen edema [tumor]. La distensión de los tejidos, la acción de la bradicinina y el estímulo que todo lo anterior ejerce sobre las terminaciones nerviosas, originan el dolor, última de las cuatro manifestaciones clínicas cardinales de la inflamación: calor, rubor, tumor y dolor, descritas por *Celsus*. (Vega, 2008).

En etapas tempranas, el *microtear* [microdesgarros] de la fascia plantar inicia una respuesta inflamatoria. La inflamación focal a menudo se encuentra en su origen en la tuberosidad del calcáneo profundo a la almohadilla del talón medial distal. En casos crónicos, el proceso de reparación de la lesión se prolonga y se puede producir una desregulación. El examen histológico de la fascia muestra macrófagos persistentes, más granulocitos y engrosamiento de la fascia, típico de una entesopatía. (Badash, 2014).

El engrosamiento de la fascia va de la mano con la proliferación de tejido conectivo y el aumento de la vascularización. Se ha descubierto que una disminución en el grosor de la fascia plantar en la ecografía está relacionada con una disminución del dolor en el talón. Se ha demostrado que el dolor causado en la planta del pie después de estar en una posición de reposo equina puede deberse a la tensión en la que se encuentra la miofascia involucrada. (Badash, 2014).



Figura 10. Talalgia plantar. (Castro, 2016).

Las personas con pies planos, pronados o cavos corren el riesgo de desarrollar fascitis plantar. Los pronadores tensan la fascia plantar, principalmente en la fase de apoyo medio, en la cual se produce la hiperpronación subastragalina patológica que resulta en una tracción exagerada de dicha fascia. Los pacientes con pies cavos tienen un exceso de tensión en su fascia plantar que precisa relajación mediante distintas técnicas. Otras alteraciones anatómicas que suponen riesgo para sufrir fascitis plantar son la discrepancia de longitud entre miembros inferiores y excesiva torsión tibial externa. Sin embargo, el sobreuso es la causa más frecuente de fascitis plantar en pacientes deportistas, especialmente la carrera, la cual produce microtraumatismos que afectan al colágeno tisular y no permite la regeneración de este. Esta patología también ocurre en pacientes de edad más avanzada, en los cuales el problema es más biomecánico que de sobreuso. A menudo presentan hipotonía muscular que degenera en un aplanamiento plantar, así como un descenso de la capacidad de regeneración tisular antes comentada. (Jiménez, 2010).



*Figura 11. Áreas donde más frecuentemente se da el dolor, en casos de fascitis plantar (Torrijos, et al., 2009).*

### 1.1.7 Factores de riesgo

Estos se dividen en dos grupos. Los factores intrínsecos incluyen edad, sexo, peso corporal, espolones calcáneos, atrapamiento de nervios, enfermedad sistémica, disfunción biomecánica y genética. Los factores extrínsecos incluyen calzado, deporte, estilo de vida, deformidades de pie, tobillo, pierna y ocupación. A continuación, una pequeña descripción de cada uno:

- Género: no existe una diferencia aparente en la prevalencia entre mujeres y hombres.
- Peso corporal: los pacientes con sobrepeso u obesidad tienen una probabilidad 1,4 veces mayor de sufrir FP [fascitis plantar] crónica.
- Espuelas del talón: las espuelas calcáneas aparentemente se forman en el origen del músculo flexor corto de los dedos y no en la inserción proximal de la fascia plantar. No hay pruebas suficientes para confirmar una asociación entre la presencia de un espolón calcáneo coexistente y FP. Según un estudio reciente, ni la forma ni el tamaño del espolón tienen una correlación con la función o el dolor antes o después del tratamiento.
- Atrapamiento nervioso: la neuritis o los atrapamientos nerviosos, especialmente el nervio de Baxter, pueden ser otro factor de riesgo para el desarrollo de dolor que simula FP. Aunque es una condición diferente, el atrapamiento nervioso puede coexistir con FP. La alteración sensorial y la irradiación del dolor son indicativos de esta afección, que debe sospecharse cuando la FP no se resuelve después de la cirugía.

- Enfermedad sistémica: se debe descartar espondiloartropatía en pacientes que son más jóvenes que la edad típica de presentación de FP y que presentan dolor bilateral en el talón.
- Genética: puede desempeñar un papel en la contractura progresiva del tejido conectivo. La genética que interactúa con otros factores predisponentes puede explicar por qué una persona individual es más propensa a las contracturas musculares que causan problemas recurrentes del tendón en una ubicación.
- Estilo de vida - ocupación: aunque se ha encontrado una asociación significativa entre FP y el tiempo de permanencia en el trabajo, no se han presentado datos sobre el alcance y el tiempo de exposición o el tipo de ocupación de casos y controles. Otro estudio que considera la carga de peso prolongada como un factor de riesgo encontró evidencia de baja calidad de una asociación entre las tareas de carga de peso y la FP.
- Disfunción biomecánica: las deformidades del pie, tobillo, pierna y la disfunción biomecánica pueden ser la causa subyacente de la FP. Algunos autores creen que la asociación real de cada uno de los factores intrínsecos y extrínsecos anteriores es la presencia de un gastrocnemio estrecho.

(Monteagudo, Martínez, Gutiérrez, Tabuenca, & Álvarez, 2018)

Sin embargo, en los pacientes mayores la problemática es principalmente biomecánica, que se puede relacionar con la debilidad de la musculatura intrínseca y la poca fuerza de mitigación, además del pie plano valgo adquirido. En los atletas se da por sobreuso la cual es la causa más común, el dolor se da después de realizar la actividad deportiva, lo que conlleva a causar microtraumatismos en la fascia plantar. (Castro, 2016).

### 1.1.8 Epidemiología

Existe una gran cantidad de literatura sobre la asociación de [fascitis plantar] FP con el aumento de la edad. Los cambios degenerativos relacionados con la edad pueden causar una disminución en la elasticidad y en las capacidades de absorción de impactos, lo que resulta en una fascia plantar más propensa a lesiones. El calzado inadecuado con mayor prevalencia en las mujeres y los atletas mayores parecen sufrir FP con más frecuencia que los atletas más jóvenes. La incidencia máxima de FP ocurre en personas de entre 45 y 65 años. Monteagudo, et al., (2018). Se estima que aproximadamente el 10% de las personas sufre esta patología a lo largo de su vida. Pero también es un trastorno autolimitado pues en el 80-90% de los casos los síntomas desaparecen dentro de los 10 meses posteriores. Díaz & Guzmán, (2014). En el caso de Guatemala no se encontraron datos registrados acerca de esta patología.

<b>Injury</b>	<b>No.</b>	<b>Injury Rate per 10 000 Athlete-Exposures (95% Confidence Interval)</b>	<b>Time Loss, Mean (Range), d</b>
<b>Foot/toe contusión</b>	430	0.89 (0.81, 0.98)	2.6 (0–70)
<b>Midfoot injury</b>	230	0.48 (0.42, 0.54)	8.4 (0–121)
<b>Plantar fascia injury</b>	196	0.41 (0.35, 0.47)	6.7 (0–135)
<b>Turf toe</b>	192	0.40 (0.34, 0.46)	3.3 (0–72)
<b>Metatarsal fracture</b>	174	0.36 (0.31, 0.42)	33.5 (0–150)
<b>Other foot injury</b>	119	0.25 (0.20, 0.30)	6.7 (0–146)
<b>Forefoot extensor/flexor tear</b>	106	0.22 (0.18, 0.27)	4.4 (0–50)
<b>Medial arch sprain—partial or complete</b>	57	0.12 (0.09, 0.15)	4.0 (0–55)
<b>Stress reaction</b>	49	0.10 (0.08, 0.13)	5.1 (0–66)
<b>Sesamoiditis</b>	43	0.09 (0.06, 0.12)	3.7 (0–74)
<b>Spring ligament sprain—partial or complete</b>	40	0.08 (0.06, 0.11)	1.5 (0–22)
<b>Foot tendinitis</b>	33	0.07 (0.05, 0.10)	0.6 (0–7)
<b>Inflammation</b>	28	0.06 (0.04, 0.08)	9.5 (0–139)
<b>Subungual hematoma (toenail)</b>	21	0.04 (0.03, 0.07)	0.9 (0–7)
<b>Metatarsal arch sprain—partial or complete</b>	21	0.04 (0.03, 0.07)	6.1 (0–42)
<b>Foot/toe infection</b>	18	0.04 (0.02, 0.06)	1.5 (0–8)
<b>Foot/toe blisters</b>	16	0.03 (0.02, 0.05)	0.8 (0–7)
<b>All other injuries</b>	194	0.40 (0.35, 0.46)	9.3 (0–335)

Figura 12. Most common injuries across all sports. (Lievers, et al 2020).

### 1.1.9 Diagnóstico

El diagnóstico principal se realiza a través de la clínica con la anamnesis y la exploración físicas adecuadas. (Díaz & Guzmán, 2014).

Algunas imágenes y otros estudios como las radiografías simples que soportan peso pueden revelar la presencia de espolones en el talón. Aunque hay una mayor incidencia de espolones en el talón en pacientes que sufren FP [75% frente a 63% en pacientes asintomáticos] no existe una correlación aparente entre espolones y dolor. La ecografía y la resonancia magnética [MRI] son útiles para descartar otros trastornos y hallazgos atípicos alrededor del talón [fractura por estrés calcáneo, tumores]. Se puede medir el engrosamiento de la fascia plantar, aunque no existe una correlación significativa aparente entre el grosor y el dolor. Se deben realizar pruebas de laboratorio para descartar afecciones endocrinas e inflamatorias subyacentes, especialmente en casos bilaterales. (Monteagudo, et al. 2018).

## **1.2 Antecedentes Específicos**

A continuación, abordaremos parte de la historia de la onda de choque que nos dará una idea de cómo pudieron demostrar sus efectos en distintos tejidos del cuerpo humano y animal. También un concepto, tipos actuales de ondas con cierta comparación en su uso, los cambios fisiológicos y terapéuticos a su aplicación, su mecanismo de acción y su relación con las presiones manejadas. Otro punto importante son las contraindicaciones pues a partir de estas se puede determinar el correcto abordaje de la patología y no causar algún tipo de daño al paciente.

### **1.2.1 Onda de choque**

La primera aplicación experimental, se llevó a cabo en 1947 para el tratamiento de un tumor cerebral, en 1980 se aplica por primera vez en un tratamiento de litiasis renal. A partir de esta fecha se generaliza su uso a otras litiasis [vesicales, salivares], comenzando a aplicarse en la patología musculotendinosa y ósea, desde principios de 1990, incluso en el campo de la veterinaria, se aplica en las tendinopatías de caballos de carrera y de forma aún experimental en el terreno de la patología vascular de las extremidades. (Alguacil, Gómez & Miangolarra, 2002).

Se pueden definir como ondas de presión acústica que se originan en cualquier medio elástico, como el aire, el agua o incluso una sustancia sólida, y que se caracterizan por un aumento muy elevado de la presión en un espacio de tiempo muy corto, propagándose rápidamente en las tres dimensiones del espacio (Schmitz & Rassweiler citados por: Albornoz, Maya, & Toledo; 2016).

La onda generada pasa de la presión ambiente al pico máximo de presión en el frente de la onda, en el caso de su aplicación terapéutica la onda se transmite a través de una almohadilla de acoplamiento, que es un medio líquido que al tener una consistencia acústica similar a la del cuerpo humano favorece su transferencia, es esencial que exista un medio de transición entre la almohada de acople y el organismo, como por ejemplo el gel para ultrasonido. Las ondas de choque son dirigidas hacia un punto focal en el tejido que debe ser tratado, para que la onda de choque tenga un efecto terapéutico adecuado, la energía debe ser focalizada en el punto a tratar, la profundidad de penetración del foco de la onda de choque en los tejidos puede cambiar cuando se modifica el espesor de la almohada de acoplamiento. Esta es una técnica que se conoce por ser no quirúrgica, la aplicación de esta terapia ha demostrado ser segura y eficaz, gracias a ella se han evitado procedimientos quirúrgicos. (Alguacil, et al., 2002).



*Figuras 13, 14 y 15. Procedimiento para la aplicación de la terapia de onda de choque. (Serviat, et al., 2015).*

Existen dos tipos fundamentales de onda de choque [OC], denominadas radiales y focales.

Las primeras ondas de choque tipo radial, conocidas con el acrónimo RSWT según sus siglas en inglés, son generadas por vía balística, acelerando un proyectil por medio de aire comprimido a través de un tubo, al final del cual se coloca una placa de rebote llamada boquilla. El proyectil golpea la boquilla y esta transmite la onda de presión generada a los tejidos. Estas ondas alcanzan su máxima energía en el punto de aplicación [punto de contacto con la piel]. Se caracterizan por una dispersión de tipo radial o divergente y, por tanto, van perdiendo energía conforme penetran en los tejidos. Además, otro factor de desventaja es el hecho de que no se puede seleccionar un punto concreto en el organismo. Tienen un menor coste económico y llevan asociado un compresor de aire, integrado o separado, para generar la fuerza del impacto del proyectil sobre la placa de rebote. Su efecto es más superficial y, en contraste con las ondas focales, no se generan en el agua (Cleveland & Dreisilker, citados por: Albornoz, Maya, & Toledo; 2016).

Estas características justifican la conclusión de diversos estudios de que las ondas radiales, desde un punto de vista estricto, no pueden ser denominadas ondas de choque, ya que carecen de las características físicas de las mismas: un corto tiempo de subida, una alta presión de pico y la no linealidad (Dreisilker, Gerdesmeyer, Ogden, Thiel & Van der Worp citados por: Albornoz, Maya, & Toledo; 2016).



*Figura 16. Detalle del aplicador y las boquillas de un equipo de ondas de choque de tipo radial. (Albornoz, et al., 2016).*

Las ondas de tipo focal, conocidas como FSWT según sus siglas en inglés, son llamadas así porque la presión generada converge en un punto, también llamado foco [definido como la localización del máximo pico de presión acústica], liberando una energía en el interior del cuerpo a una profundidad que se puede ajustar voluntariamente según las prestaciones del equipo, en relación con el concepto de distancia focal. Existen diferentes aplicadores que determinan ligeras variaciones del área focal y de la zona de eficacia terapéutica. Este tipo de equipo tiene un mayor coste económico y una capacidad de penetración mayor, al tiempo que permite una concentración de la energía en superficies mucho más reducidas. (Albornoz, et al., 2016).



*Figura 17. Detalle del aplicador de un equipo de ondas de choque de tipo focal electromagnético. (Albornoz, et al., 2016).*

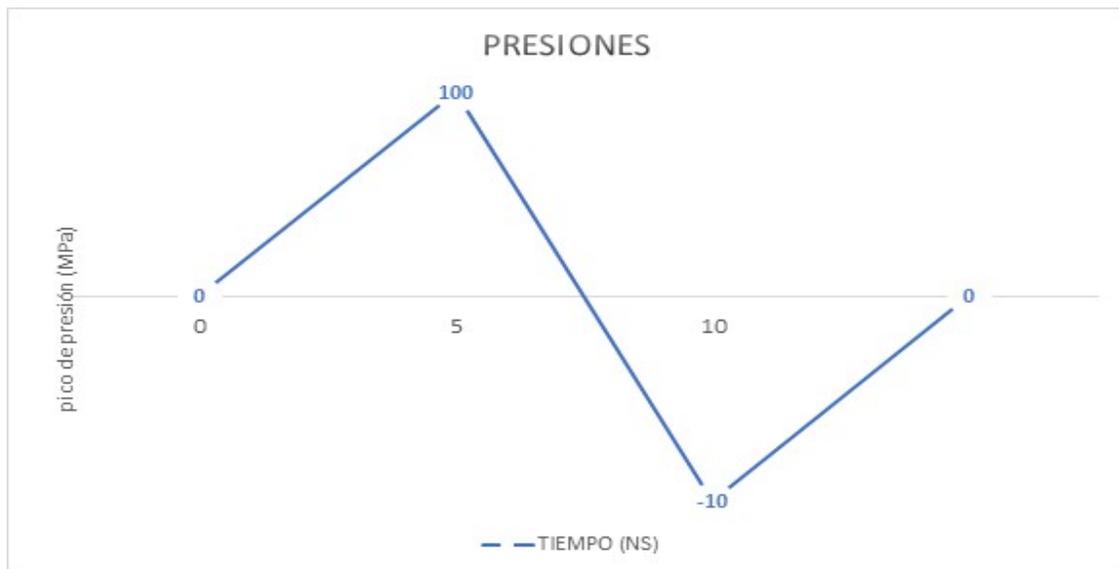
La emisión de la OC focal puede ser generada por tres mecanismos distintos que, a su vez, distinguen tres tipos de equipos: electrohidráulico, piezoeléctrico y electromagnético. (Ogden, Thiel, Gerdesmeyer & Dreisilker citados por: Albornoz, Maya, & Toledo; 2016).

- Principio electrohidráulico. Se hace saltar una chispa entre dos electrodos, en un receptor con forma elipsoide, y en el interior de un medio como es el agua, lo que vaporiza el agua circundante y genera de este modo una burbuja de gas. La expansión de esta burbuja produce un pulso acústico que se manifiesta como una onda de presión. Esta se refleja en el receptor elipsoide y se concentra en el punto focal, lugar donde queremos que actúe la energía de la OC. Este tipo de onda, electrohidráulica, se caracteriza por su gran diámetro focal y alta energía.
- Principio piezoeléctrico. Un gran número de cristales piezoeléctricos montados en el interior de una esfera reciben una descarga eléctrica muy rápida. Esto hace que los cristales se deformen mediante una contracción y expansión que genera una onda de presión en el medio que lo rodea, agua, lo que se traduce en un impulso de onda de choque.
- Principio electromagnético. Este procedimiento se basa en el principio físico de la inducción electromagnética. Se hace pasar una corriente eléctrica a través de una bobina para producir un fuerte *campo* magnético que a su vez induce un alto nivel de corriente sobre una membrana de metal situada en el lado opuesto. Esto provoca una compresión en el medio circundante que se traduce en la generación de una onda de choque. Se utiliza un lente para enfocar la onda hacia el punto terapéutico y la amplitud de la onda producida aumenta conforme se propaga hacia el punto focal.

### 1.2.2 Mecanismo de acción

La onda de choque consiste en un único pulso de onda mecánica de presión positivo con respecto a la presión atmosférica hasta llegar a un máximo de valor de muy breve duración [nanosegundos], seguido de una disminución [exponencial] hasta la presión atmosférica, previo paso por una fase de presión negativa de pocos microsegundos. Las ondas de choque son generadas por aparatos generalmente piezoeléctricos capaces de convertir la energía eléctrica en energía mecánica. (Alguacil, et al., 2002).

Los cambios de presiones anteriormente mencionadas alcanzan un pico de presión que puede llegar hasta los 100 MPa [1 MPa equivale a 10 veces la presión atmosférica] en un período de tiempo menor de 10 nanosegundos. Este pico de presión es seguido por un descenso brusco de la misma y llega a tener valores negativos por debajo de  $-10$  MPa. (Albornoz, et al., 2016).



*Figura 18. Gráfica de los cambios de presiones en la onda de choque.  
Elaboración propia.*

### 1.2.2.1 Parámetros de dosificación general

En general, se acepta la premisa de que la ESWT es efectiva siempre que se superen determinados niveles de energía. La energía total aplicada se expresa en milijules y viene dada por el resultado de multiplicar la energía de un impulso por el número de impulsos. No obstante, debemos tener en cuenta que todos los tejidos presentan una resistencia al paso de la onda generada, distinta según el tipo y densidad del tejido atravesado. Esta resistencia, denominada impedancia, y los fenómenos de reflexión, refracción y dispersión se traducen en una pérdida de energía progresiva en profundidad. Esta disminución de la energía también se relaciona con el modo en el que se produce la emisión y distribución de la OC, y es mayor en la forma radial que en la focal.

Así pues, recordamos de nuevo la necesidad de cuantificar la energía de la onda en función de la superficie que está afecta, expresada según el concepto de FED [ $\text{mJ}/\text{mm}^2$ ] y definida como la máxima cantidad de energía acústica transmitida a un área de  $1 \text{ mm}^2$  en cada pulso también se debe tomar en cuenta la energía total aplicada a un tejido, calculada como el producto entre el número de pulsos aplicados y la energía de cada pulso [J]; y la frecuencia de aplicación de una OC [Hz], equivalente al número de pulsos que se aplican en 1 segundo. (Thiel, Ogden, Gerdesmeyer & Wang citados por: Albornoz, Maya, & Toledo; 2016).

Desde el punto de vista de la energía que transportan, las OC se pueden clasificar en tres bandas principales, en función del valor de FED: baja energía,  $\text{FED} < 0,08 \text{ mJ}/\text{mm}^2$ ; media energía,  $\text{FED}$  entre  $0,08$  y  $0,28 \text{ mJ}/\text{mm}^2$ , y alta energía,  $\text{FED} > 0,28 \text{ mJ}/\text{mm}^2$ . (Rompe & Verstraelen citados por: Albornoz, Maya, & Toledo; 2016).

Las indicaciones generales de estos tres niveles de energía se dirigen de forma progresivamente creciente hacia patologías más complejas y con una mayor intención de recambio biológico.

Con frecuencia observamos estudios publicados que emplean niveles de energía superiores a los establecidos en estas pequeñas indicaciones. Esto se justifica por la necesidad de provocar una sintomatología dolorosa durante la aplicación de la terapia, con dos objetivos principales: el primero, el de ayudar a la localización de las zonas de mayor afectación; el segundo, el de provocar una mayor activación de procesos que finalmente colaboren en la tasa de recambio biológico. Por tanto, siguiendo con las premisas mantenidas en otras técnicas que también persiguen la reagudización del proceso inflamatorio en procesos crónicos degenerativos, en ocasiones se llega a aconsejar la elección de la dosis según la tolerancia de dolor o, al menos, asociada a un valor elevado en la escala visual analógica [EVA]. (Albornoz, et al., 2016).

### 1.2.3 Efectos fisiológicos en el tejido

Esta onda provoca en el interior del tejido el fenómeno no clásico de cavitación, es decir, de formación de burbujas que al estallar liberan energía responsable de la rotura de depósitos cálcicos y del desarrollo de microhematomas que estimulan la formación del callo óseo, con neoformaciones de nuevos lechos capilares y modificaciones en la tensión de las fibras colágenas, con cambios en su permeabilidad favoreciendo el metabolismo de este tejido. Algunos autores, a su vez, refieren que las ondas de choque presentan un efecto analgésico relacionado con el hecho de ocasionar la destrucción de las terminaciones nerviosas de la zona de aplicación, actuar a nivel “gate control”, favorecer la liberación de endorfinas y sobre estimular los puntos gatillo. (Alguacil, et al., 2002).



*Figura 19. Aplicación de las ondas de choque en fascitis plantar, tobillo en posición neutral. (Alguacil, et al., 2002).*

Se ha propuesto que, al ingresar en el organismo, las ondas de choque actúan en cuatro fases:

- Fase física: se producen cavitaciones extracelulares, ionización molecular y un incremento de la permeabilidad de las membranas celulares.
- Fase fisicoquímica: se produce la difusión de radicales libres y la interacción con biomoléculas.
- Fase química: se generan reacciones intracelulares y cambios moleculares.
- Fase biológica: son la consecuencia de los fenómenos previos.

Los efectos terapéuticos en el tejido musculoesquelético varían de acuerdo con la densidad de energía aplicada. La utilización de niveles bajos de energía, con un promedio de  $0.08 \text{ mJ/mm}^2$ , determinaría analgesia por el llamado efecto de hiperestimulación o contra irritación. Al transmitir un estímulo inusualmente fuerte al cerebro a través del cuerno posterior de la médula espinal por la activación de los filamentos amielínicos C, se dispara el sistema inhibitorio descendente ubicado en la sustancia gris peri acueductal, lo que bloquea el ingreso de la información nociceptiva. De la misma manera, la activación de

las fibras delgadas mielinizadas tipo A también bloquearía a las fibras C. La disminución del dolor permite evitar patrones de movimiento articular anormal previniendo las recurrencias al perderse la memoria del dolor. (Serviat, Carvajal, Medina, Gutiérrez, & Croas, 2015).

#### 1.2.4 Contraindicaciones

De forma general, no se deberá de aplicar OC sobre un conjunto de patologías que conforman contraindicación en la mayor parte de los procedimientos generales en fisioterapia, al menos sin autorización del facultativo responsable de la patología de dicho paciente. Según Malay, Pressman, Assili, Kline, York, Buren, . . . Leyman, (2006); zonas próximas a estructuras que contengan gas, como los pulmones y el intestino y vísceras huecas; grandes vasos y nervios; mujeres gestantes, especialmente en áreas que afectan al tronco y el abdomen; zonas cercanas a los núcleos de crecimiento en niños, por la posibilidad de afectación y retraso en el crecimiento que pueda provocar dismetrías o deformidades; articulaciones de pacientes coagulados, por la posibilidad de que se produzca hemartrosis; tejidos recientemente infiltrados con corticoides, al menos durante las 6 semanas previas; y otras enfermedades como epilepsia, artritis reumatoide, osteomielitis, enfermedad tumoral, infecciones agudas de tejidos blandos, alteraciones vasculares y de coagulación.

#### 1.2.5 Estrategias fisioterapéuticas para tratar padecimiento

El tratamiento de primera elección del dolor plantar es el conservador, destacando los tratamientos ortopodológicos fisioterapéuticos como vendajes, estiramientos, ultrasonidos, ondas de choques, iontoforesis, láser y magnetoterapia, entre otras, así como la acupuntura.

A menudo se combina con fármacos antiinflamatorios e infiltraciones. No se suele realizar tratamiento quirúrgico ya que no siempre da buenos resultados. (Díaz & Guzmán, 2014).

Complementando lo anterior, DiGiovanni, Moore, Zlotnicki, & Pinney, (2012), estudiaron el tratamiento quirúrgico y no quirúrgico preferido de la FP recalcitrante entre un grupo de cirujanos ortopédicos de pie y tobillo. A los 4 meses de síntomas, la mayoría de los cirujanos eligieron el estiramiento específico de la fascia plantar. A los 10 meses, la mayoría de los encuestados eligió la cirugía o la terapia de ondas de choque extracorpóreas como el siguiente paso en el tratamiento. Cuando se trataba de elegir el tratamiento quirúrgico, había una considerable heterogeneidad de las técnicas quirúrgicas para la FP crónica que sugiere que se necesitan mayores niveles de evidencia.

Las ondas de choque toman fuerza y en algunos estudios clínicos de Nivel I bien diseñados han demostrado que la terapia de ondas de choque extracorpóreas [ECSWT] es eficaz en el tratamiento de la FP. En un metaanálisis reciente sobre la eficacia de las diferentes variantes de ECSWT, se incluyeron nueve estudios con 935 pacientes. Se sugirió que la onda de choque focalizada [FSW] puede aliviar el dolor, pero no se pueden sacar conclusiones firmes de la eficacia general de la ECSWT y la onda de choque radial [RSW]. La onda de choque radial se dispersa desde el aplicador y no se concentra en el tejido como lo hace FSW. Sin embargo, otros autores mostraron que hubo una tasa de éxito de ECSWT considerablemente menor en pacientes con acortamiento de gastrocnemio. También hay preocupaciones con respecto a la disponibilidad y los costos de esta terapia, con diferentes compañías de seguros que no cubren ECSWT en la práctica. (Monteagudo, et al., 2018).

Se llevó a cabo un estudio donde se compara la eficacia de Terapia de ondas de choque extracorpóreas [ESWT] y terapia con láser de bajo nivel [LLLT] en el tratamiento de la fascitis plantar [FP]. En donde el grupo 1 del estudio recibió tres sesiones de ESWT a una densidad de energía de 2 bar con una frecuencia de 2,000 descargas / min a 10 Hz con cada sesión administrada una vez por semana durante tres semanas. El ESWT se aplicó con un movimiento circular en el sitio de inserción de la fascia plantar [1,000 choques] y a lo largo de la fascia [1,000 choques]. Los resultados mostraron que el grosor fascial plantar al mes después del tratamiento disminuyó en comparación con los valores previos al tratamiento. Las puntuaciones de dolor por parte de la escala visual analógica [VAS] disminuyeron significativamente. Por lo que se concluye que la dosificación utilizada en la onda de choque extracorpórea en este estudio es adecuada por los resultados presentados. (Sanmak, Geler, Mesci, & Altunok, 2018).

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En este capítulo se trata de razonar las ventajas y desventajas en relación con la patología y con la técnica de la onda de choque, así como enfatizarse en el origen de la fascitis plantar, ya que esta es multifactorial en cuanto a su etiología. Se tomó en cuenta el factor económico tanto del fisioterapeuta que tendría que adquirir este agente físico como el paciente que tendría que asistir a terapias y pagar por el número de sesiones que este requiere.

A su vez, se hizo énfasis en todos los aspectos positivos que la onda de choque tiene comparada con otros agentes físicos, pues esta puede ser útil para evitar complicaciones en este caso hablando del pie, por los efectos que podría tener en la estructura de este. Además, se plantearon objetivos que abordan la problemática para poder darle una adecuada resolución a cada uno de estos.

## 2.1 Planteamiento del problema

La fascitis plantar [FP] es una aponeurosis fibrosa que se caracteriza por dolor severo en la parte interna del pie y del calcáneo. La fascitis plantar crónica es un proceso degenerativo en la inserción del flexor corto de los dedos que es causado por microtraumatismos repetitivos que puede evolucionar a un proceso inflamatorio. Ésta es de origen multifactorial y se presenta más en deportistas como corredores, personas con obesidad, calzado inadecuado como el tacón y personas con trabajos en los que tengan que estar de pie durante tiempo prolongado. (Guevara & Acosta, 2018).

La fascitis plantar, es la causa más común de dolor a nivel del talón, se estima que 1 de cada 10 personas pueden sufrirla en algún momento de su vida. (Cerdeño, 2014).

Se puede producir cambios en la biomecánica del pie como disminución de la dorsiflexión del tobillo y exceso de pronación mantenida del pie, esto da como consecuencia que el tejido fascial se mantenga en tensión. Los factores que se pueden ver involucrados en esto son el calzado inadecuado, intensidad mayor en las actividades de la vida diaria o alteraciones anatómicas del pie como pie varo, valgo, equino, plano y cavo. Córdova, López, Hernández & Caballero, (2017). Todo esto nos conlleva a una alteración de la geometría ósea del pie y por lo tanto de las actividades que puedan llevar a cabo todas las personas que presenten fascitis plantar.

La fascitis plantar crónica se caracteriza por la persistencia de dolor por más de 3 meses de evolución, además de presentar inflamación local y dificultad para la marcha sin respuesta al tratamiento fisioterapéutico. Este tratamiento fisioterapéutico, el cual se basa principalmente en AINES, vendajes, estiramientos, ultrasonidos, ondas de choque, iontoforesis, láser, magnetoterapia, órtesis entre otros. Se puede combinar con fármacos

antiinflamatorios e infiltraciones. Díaz & Guzmán, (2014). En los últimos años se ha implementado el uso de las ondas de choque, en el 2000 fue aprobada su aplicación en fascitis plantar. Estas se aplican en el tejido lesionado con el fin de producir microtraumatismos, así este estimula la curación de la angiogénesis y permite la llegada de mediadores que promueven la cicatrización. (Guevara & Acosta, 2018).

Hay que tomar en cuenta que el costo de este aparato está entre Q10 mil o más, siendo costosa su adquisición, así como el mantenimiento del aparato, por lo mismo el costo de las sesiones de onda de choque redonda entre Q400 a Q500. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que sus efectos son rápidos, como la reducción del proceso inflamatorio, disminución del dolor, regeneración tisular y retorno temprano a sus actividades, entre otros. El tiempo de intervención es corto de 15- 30 minutos, y sobre todo que los resultados son duraderos, pero deben ser aplicados por un fisioterapeuta experimentado en la aplicación ya que de lo contrario se puede provocar más daño.

Cabe recalcar que a nivel de Guatemala y Centroamérica no se encontraron datos registrados de esta patología y su diagnóstico, sin embargo, es más predominante a nivel de Latinoamérica y otros países a nivel mundial. Por lo que este tipo de estudio permite visualizar y abrir puertas para que en un futuro se puedan realizar distintas investigaciones relacionadas con este tema.

Pregunta de investigación

¿Qué efectos fisiológicos producen las ondas de choque para disminuir dolor en pacientes femeninos de 40 a 50 años con fascitis plantar crónica?

## 2.2 Justificación

Recientemente se ha introducido para manejo ortopédico la terapia de ondas de choque [TOCH] como procedimiento no invasivo antes del manejo quirúrgico y ha demostrado buenos resultados en los pocos estudios realizados hasta la fecha. En los años ochenta del siglo pasado se realizaba litotricia extracorpórea con terapia de ondas de choque.

Accidentalmente se encontraron cambios macroscópicos en la pelvis y se inició su investigación en el campo ortopédico, tras lo cual se propuso para la aplicación a diferentes patologías articulares o musculoesqueléticas hasta que años después empezó su uso en fascitis plantar. (Guevara & Acosta, 2018).

Algunos de los efectos fisiológicos de la onda de choque explican que hay analgesia por dispersión del mediador del dolor que es la sustancia P al momento que se reduce esta sustancia se asocia con dolor intenso, persistente y crónico, reduce la estimulación de fibras aferentes nociceptivas y reduce el dolor y el desarrollo de edema, lo cual se asocia con una disminución de la tensión muscular, destruye la transacción de terminaciones nerviosas nociceptoras lo cual se asocia con la teoría de la compuerta, y liberación de endorfinas. (Tutté, 2016).

Al momento que la onda de choque llega, se producen unas burbujas de cavitación; estas estallan, liberando energía y esto mismo causa cambios de consistencia en el depósito de calcio y desarrolla hematomas que estimulan el callo óseo. También se produce una estimulación de las reacciones metabólicas en los tejidos mediante la tensión en las fibras y cambios en la permeabilidad de las membranas. (Serviat, et al, 2015).

Algunos de los efectos terapéuticos de la onda de choque son el reinicio de procesos de curación que habían quedado estancados en lesiones crónicas, reduce los procesos inflamatorios, disminución de dolor, reversión de inflamación crónica. (Serviat, et al., 2015)

Fue realizado un estudio con aplicación de terapia de onda de choque extracorpórea [ESWT], donde los pacientes fueron tratados con 3 sesiones de ESWT, de baja energía una vez por semana durante 3 semanas consecutivas. Hubo una mejoría significativa durante las visitas de seguimiento de 3 y 6 meses en comparación con el inicio de las visitas y en comparación con el grupo de inyección local de corticoesteroides [LCI] en el seguimiento de 6 meses. Purcell., et al, informaron que un total de 82 pacientes con fascitis plantar tratados con ESWT tuvieron resultados satisfactorios. Hubo una mejora significativa en la escala visual análoga [VAS] en el seguimiento final en comparación con la visita preoperatoria. (Xu, Jiang, Huang, Hu, Wang, Li, [...], 2019).

Lai et al, informaron que 47 pacientes con fascitis plantar tratados con EWST mostraron un alivio del dolor significativamente mejor y un aumento del espesor de la fascia plantar [PFT] en el seguimiento en comparación con 50 pacientes tratados con LCI. De manera similar, Hocaoglu et al, informaron que tanto el ESWT radial como el LCI producen una mejora significativa en el índice de sensibilidad al talón y el índice de función del pie [FF], pero la mejora clínica no se mantuvo en el seguimiento de 1 mes en el grupo LCI. Se ha teorizado que el mecanismo de ESWT podría causar efectos antiinflamatorios. Además, ESWT puede aumentar inmediatamente el flujo sanguíneo alrededor del área tratada; Goertz et al., informaron que la ESWT produce un efecto significativo en la

microcirculación por vasodilatación y neovascularización de los vasos, que puede ser el resultado de un aumento en la síntesis de óxido nítrico endotelial. (Xu, et al., 2019)

Este estudio compara la onda de choque extracorpóreas con el láser de bajo nivel. El grosor de la fascia plantar disminuyó significativamente posterior al tratamiento con las ondas de choque extracorpóreas desde 1 mes hasta las 24 semanas como máximo. (Sanmak, O. et al, 2018).

## 2.3 Objetivos

En este apartado se mencionan los objetivos en los que se basaron los autores para realizar dicha investigación.

### 2.3.1 Objetivo General

Distinguir los efectos fisiológicos de las ondas de choque para la disminución del dolor en pacientes femeninos con fascitis plantar crónica de 40 a 50 años, basado en una revisión bibliográfica.

### 2.3.2 Objetivos Particulares

- Identificar las limitaciones biomecánicas que la fascitis plantar crónica puede ocasionar en pacientes femeninos de 40 a 50 años.
- Describir mediante la consulta bibliográfica las dosificaciones recomendadas para la aplicación de las ondas de choque en pacientes con fascitis plantar crónica para prevenir y disminuir los síntomas de dicha patología.
- Identificar los cambios fisiológicos del tejido conectivo como tratamiento fisioterapéutico para disminuir el dolor en pacientes con fascitis plantar crónica mediante la consulta bibliográfica.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se describen las bases y las guías que fueron utilizadas para llevar a cabo la investigación. Se expone el material utilizado, la cantidad de fuentes y en relación con la búsqueda de información se indagaron distintos parámetros, pues esta variaba por sus distintas poblaciones y lugares de estudio. Se describió el enfoque principal y el tipo de investigación, así como la integración de la información recopilada tomando en cuenta lo que era de importancia y lo que no cumplía con los criterios establecidos.

Cabe recalcar que esta investigación es basada en una revisión bibliográfica, ya que se consultaron distintas fuentes donde diferentes autores realizaron investigaciones respecto a la patología y la técnica, en donde se plantearon objetivos y se recopiló información para poder llegar a una conclusión de cada estudio, así como evidenciar los resultados y plasmar la información de una manera adecuada.

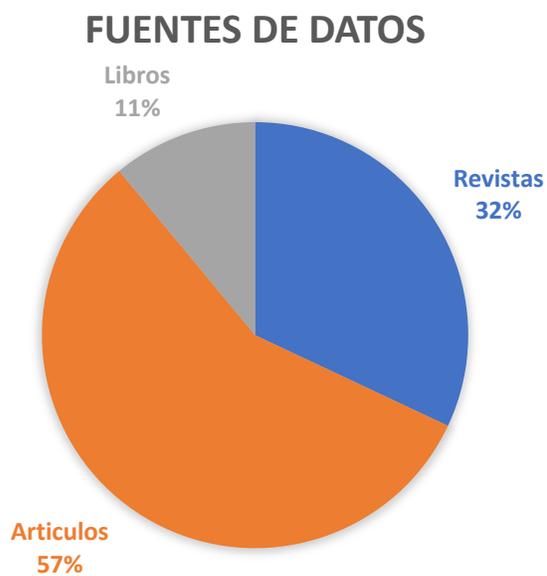
### 3.1 Materiales y métodos

Para la realización de esta investigación se llevó a cabo una serie de recopilación de información de diferentes bases de datos, lo cual se detallará a continuación.

#### 3.1.1 Materiales

Este apartado detalla las fuentes de donde se obtuvo la información para realizar dicha investigación.

□



*Figura 20. Gráfica de las fuentes de datos. Elaboración propia.*

### 3.1.2 Variables

Se describirán las características y los principales enunciados que los autores investigaron.

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Fuente</b>
<b>Independiente</b>	Onda de Choque	de Son ondas de presión acústica originadas en cualquier medio elástico, siendo estos, aire, agua o alguna sustancia sólida. Se caracterizan por el aumento elevado de la presión en un espacio de tiempo corto, conduciendo así hacia una propagación rápida en las 3 dimensiones del espacio.	Es efectiva para la disminución de dolor y mejorar el resultado funcional. Debido a su aplicación se induce a una mejora del suministro sanguíneo y la regeneración de tejidos, lo que contribuye a las propiedades materiales de la fascia plantar.	(Albornoz, Maya & Toledo, 2016).  (Chueh-Hung, Yun.Yi, WenShiang, & Tyng-Guey, 2020)
<b>Dependiente</b>	Fascitis Plantar	Es una enfermedad degenerativa de la fascia plantar y la causa más común de dolor en el talón. Se cree que la causa de la raíz de la fascitis plantar es la biomecánica anormal del pie. La fascia plantar se somete a fuerzas que exceden sus límites fisiológicos, sobrecargando repetidamente induciendo a una inflamación, conllevando a una degeneración y fibrosis.	Es causado por <i>microtears</i> de la fascia, produciendo microdaños repetidos de esta, ocasionando una inflamación local. Conforme va progresando la fascitis, se produce más tensión por lo tanto aparece la sintomatología.	(Yong, y otros, 2020)

*Tabla 3. Variables dependientes e independientes del estudio.  
Elaboración propia.*

### 3.2 Enfoque de investigación

Esta investigación es de enfoque cualitativa ya que este utiliza un lenguaje verbal subjetivo, con enfoque antropológico o etnológico, donde predominan los significados que los propios participantes dan al fenómeno estudiado. Busca la comprensión e interpretación del contenido, motivaciones y condicionantes humanas de los fenómenos. Se basa en el método inductivo exploratorio, lo que implica formular preguntas que se exploran y se desarrollan en el proceso de investigación y que pueden servir para plantear una hipótesis. (García, 2010).

Los autores se basaron en cualificar efectos, beneficios y responder preguntas que surgen sobre la técnica investigada [onda de choque] para poder comprender su aplicación en la patología [fascitis plantar].

### 3.3 Tipo de estudio

Los autores decidieron que esta es una investigación descriptiva ya que pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. Se busca especificar las propiedades, características y perfiles de todo lo que vaya a someterse a un análisis en la investigación. (Hernández Sampieri, 2014).

La información fue recopilada por los autores los cuales la obtuvieron de distintos lugares y fuentes para recolectar datos que fueran importantes, y así establecer puntos concisos sobre lo que se quiere saber y a lo qué se quiere llegar, y de esta manera mostrar con precisión las dimensiones de lo que estudiaron.

### 3.4 Método de investigación

Una revisión bibliográfica, según Sampieri (2014) implica la detección, consulta y obtención de referencias y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de los cuales se tiene que extraer y recopilar información de relevancia y necesaria para poder enmarcar el problema de la investigación. Esta revisión debe ser selectiva.

Para la realización de esta investigación los autores se basaron en la recopilación de información de diferentes fuentes de datos como artículos, libros, revistas; todo esto con el fin de plantearse un tema a tratar y sus objetivos para relacionarlo con los conceptos necesarios, al mismo tiempo utilizando palabras claves útiles para la obtención de información verídica para poder desarrollar, contextualizar y plasmar de manera óptima toda la investigación y los resultados de esta en base a la justificación y el problema de la investigación y de esta manera poder desarrollar los temas principales para tener una mejor comprensión dependiendo de la calidad y relevancia de la información seleccionada para, así poder elaborarla y redactarla de la manera más adecuada con la finalidad de lograr una buena investigación.

Los autores concluyeron que el método de este estudio es de análisis y síntesis ya que, el análisis es un método que consiste en la separación de las partes de un todo para estudiarlas de forma individual, mientras tanto la síntesis es la reunión racional de elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad. (Sampieri, 2014).

### Países de dónde se obtuvo la información

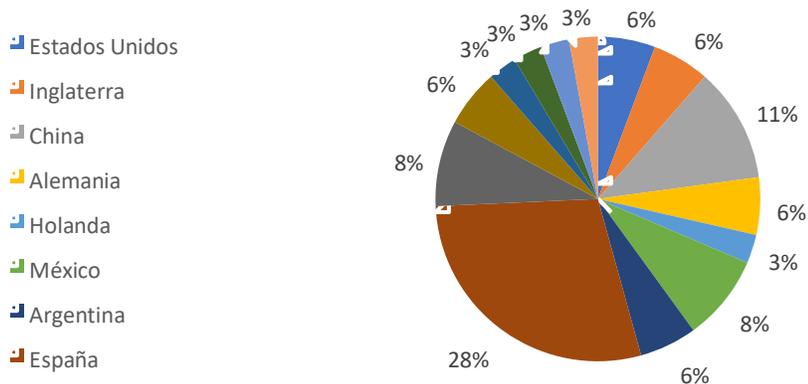


Figura 21. Gráfica de los países de los que se recopiló información. Elaboración propia.

Ecuaciones de búsqueda	Resultados de la búsqueda	
Shock wave and plantar	8 fasciitis	Pubmed
Shock wave plantar fasciitis	12	Pubmed
Fascia plantar + female	7	EBSCO, Elsevier, Pubmed
Biomecánica de la marcha + fascitis plantar	4	Scielo, Elsevier, Redalyc, Libros, Pubmed
Marcha humana	3	Scielo, Libros
Diagnóstico y tratamiento de la fascitis plantar	6	Scielo, Elsevier, Mediagraphic
Fascitis plantar crónica	15	Elsevier
Plantar Fasciitis + 40 years	4	Pubmed
Anatomía y biomecánica funcional del pie	5	Redalyc, Elsevier, Libros
Onda de choque	13	Libros, Pubmed, Scielo

Tabla 4. Ecuaciones de búsqueda de la información. Elaboración propia.

### 3.5 Diseño de la investigación

Los autores de este estudio llegaron a la conclusión de que la investigación es no experimental ya que esto sucede cuando la exposición ocurre sin la participación del investigador y de acuerdo con variables que están fuera del control del investigador.

Hernández, Garrido, & López, (2000). Debido a que solo se recopilaron datos de diferentes autores y diferentes años referido al tema de dicha investigación, más no se realizaron pruebas o investigaciones de campo para realizarla.

### 3.6 Criterios de selección

Se detallarán todos los criterios indagados para poder conseguir información útil que cumpliera con lo que los autores querían implementar y plasmar en la investigación.

<b>Criterios de inclusión</b>		<b>Criterios de exclusión</b>	
i.	Población de estudio hombres y mujeres	i.	Población que no contara con los datos exactos y específicos
ii.	Población de varias partes del mundo	ii.	Población de edad de 40 – 60 años que no padeciera la patología estudiada
iii.	Edad de la población entre 40 – 60 años	iii.	Población menor de 40 años y mayor de 60
iv.	Diagnóstico de fascitis plantar crónica	iv.	Pacientes que no fueran personas adultas como deportistas o adolescentes
v.	Aplicación de onda de choque en la población de estudio	v.	Artículos donde no se demuestre la eficacia de la onda de choque
vi.	Artículos que hablen de dosificaciones específicas de la aplicación de la onda de choque	vi.	Artículos que no hablan de la aplicación de la onda de choque en la patología.
vii.	Artículos y revistas de los últimos 22 años de publicación	vii.	Artículos y revistas de más de 24 años de publicación
viii.	Libros de los últimos 25 años de publicación	viii.	Libros de más de 25 años de publicación
ix.	Artículos, libros y revistas de fuentes del área de la salud confiables.	ix.	Artículos, libros y revistas de fuentes no confiables ni verídicas.
x.	Artículos, libros y revistas en inglés y español		

*Figura 22. Criterios de inclusión y exclusión de la investigación.  
Elaboración propia*

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En el siguiente capítulo se resolvió la problemática de los objetivos planteados en la investigación, así mismo se describió la información indagada y cómo esta técnica ayuda a la patología abordada. Se dan a conocer los efectos que la onda de choque produce en el tratamiento de la fascitis plantar, así como también la dosificación más adecuada para obtener mejores resultados. A demás se dio lugar a la comparación de la onda de choque en distintos estudios realizados, no únicamente comparando agentes físicos fisioterapéuticos sino también tratamiento médico para tener cubiertas otras áreas de tratamiento, en donde se obtuvieron varios resultados, siendo la mejor opción la onda de choque.

Se tomó en cuenta lo novedoso que resulta esta técnica en su aplicación en tejidos blandos, se dio la oportunidad para seguir investigando la aplicación de la onda de choque en distintas situaciones o patologías, así como la duración del paciente sin presentar síntomas, de esta manera poder demostrar si es igual de eficaz su uso, así como lo fue en la fascitis plantar.

## 4.1 Resultados

Se demostró que la onda de choque forma parte de la amplia gama de agentes físicos a utilizar en la patología de la fascitis plantar, fue la que mejor resultado obtuvo en cuanto a reducción de dolor agudo, subagudo o crónico. Como primer objetivo particular se tiene identificar las limitaciones biomecánicas que la fascitis plantar crónica puede ocasionar en pacientes femeninos de 40 a 50 años, en donde según Luffy, Grosel, Thomas & So, (2018), las mujeres que padecen fascitis plantar, es un trastorno secundario del pie provocado como respuesta inflamatoria a microtraumatismos repetitivos ven reducida su calidad de vida en mayor porcentaje que los hombres, por las limitaciones a nivel social y psicológico. La Fascitis plantar es una degeneración de la fascia plantar como resultado de microdesgarros repetidos de la fascia que conducen a una reacción inflamatoria, la causa de la fascitis plantar es desconocida, pero se cree que es multifactorial. Según Tucker, (2019) la fascitis plantar es una afección biomecánica por uso excesivo que produce cambios degenerativos de la fascia en su unión al calcáneo. Surge de traumatismos repetitivos, este microtraumatismo puede causar una combinación de degeneración e inflamación del tejido circundante, lo que puede provocar un dolor significativo en el talón (Thomas, J, 2015). La fascitis plantar es un tejido conectivo en la parte inferior del pie que conecta el hueso del talón a los dedos de los pies, es una aponeurosis poco elástica compuesta por tres partes o tres bandas de tejido fibroso; la fascia plantar soporta y mantiene el arco plantar, proporciona una mayor eficiencia a las fuerzas de propulsión durante la marcha, es un mecanismo de amortiguación de los tejidos blandos bajo las cabezas de los metatarsianos en la fase tardía del apoyo plantar y distribuye el peso ejercido sobre el antepié entre todas las cabezas de los metatarsianos, además, la bóveda plantar se ve afectada y modificada, ya que la fascitis provoca la tensión de estiramiento de la fascia plantar impide la extensión del

calcáneo y los metatarsianos y mantiene el arco longitudinal. Al igual que el engrosamiento de la fascia.

Como segundo objetivo particular se encuentra describir mediante la consulta bibliográfica las dosificaciones recomendadas para la aplicación de las ondas de choque en pacientes con fascitis plantar crónica para prevenir y disminuir los síntomas de dicha patología, en donde se identificó que la dosificación de la onda de choque que se utilizó fue de media y alta energía, exceptuando algunas en las que se superaron los rangos indicados, esto con el fin de llegar a ser capaces de disminuir la sintomatología en el paciente ya que su sitio de aplicación fue donde el paciente tenía el máximo dolor palpable y así trabajar sobre él.

**(Xu, et al., 2019)**. indica en su artículo *Comparison Between Extracorporeal Shock Wave Therapy and Local Corticosteroid Injection for Plantar Fasciitis*. En su estudio se incluyeron pacientes mayores de 18 años en donde el sexo predominante fueron mujeres, con un diagnóstico de fascitis plantar por más de 3 meses, el número de pulsos que se utilizó va de 900 a 3000 pulsos y el que más sobresalió en estos estudios fue de 2000 pulsos, las sesiones que se utilizaron fueron de 3 sesiones aplicando 1 vez por semana. Esto en un estudio controlado aleatorizado.

**(Lai, et al., 2018)**. Indica en su artículo *Ultrasonografía y comparación de resultados clínicos de la terapia de ondas de choque extracorpórea e inyecciones de corticoesteroides para la fasciitis plantar crónica: un ensayo controlado aleatorizado*. En su estudio se incluyeron 130 pacientes con fascitis plantar crónica, el número de energía varió de 0,07 a 0,32 mj/mm<sup>2</sup>. Se utilizaron 1500 choques y el tiempo de cada sesión fue de aproximadamente 30 minutos.

**(Sanmak., 2018).** Indica en su artículo *Comparison of effects of low-level laser therapy and extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis treatment: A randomized, prospective, single-blind clinical study*. Este estudio clínico se incluyó en un grupo ciego, en donde se estudiaron 34 pacientes, en donde el sexo predominante fueron mujeres, el número de energía utilizada fue de 2 bar con una frecuencia de 2000 descargas.

Se demostró que los estudios de los artículos mencionados de Xu, Lai, Sanmak y colaboradores fueron eficaces y convenientes para la aplicación de onda de choque en fascitis plantar crónica, utilizando diferentes dosificaciones, pero siempre resaltando en que la mejor dosificación para dicha patología y evolución va de los 1500 a 2000 pulsos, utilizando media y alta energía y con sesiones que puedan variar de 1 a 3 veces por semana.

Recordando los efectos que la onda de choque genera en la fascitis plantar, se tiene como tercer objetivo particular identificar los cambios fisiológicos del tejido conectivo como tratamiento fisioterapéutico para disminuir el dolor en pacientes con fascitis plantar crónica mediante la consulta bibliográfica,

**(Xu, et al., 2019).** identificaron que el mecanismo de la onda de choque tiene una mejora rápida del endotelio y causa un efecto antiinflamatorio a diferencia de otros agentes físicos, además, la onda de choque puede aumentar inmediatamente el flujo de sangre alrededor del área tratada, produce un efecto significativo en la microcirculación por vasodilatación y neovascularización de los vasos, estos cambios fisiológicos se ven reflejados no solo en la disminución del dolor sino también se vieron demostrados en la disminución del grosor de la fascia plantar gracias a la supresión de la NF- $\kappa$ B, las limitaciones funcionales del pie que los pacientes presentaban se vieron disminuidas ya que el dolor no estaba presente.

**(Eslamian et.al, 2016)** identificaron que la onda de choque puede afectar los factores de dolor tóxico al inducir una excitación excesiva del axón. Luego, se genera un efecto analgésico reflexivo y se reduce el dolor al destruir las fibras sensoriales amielínicas. Varios estudios recientes han sugerido que la producción de óxido nítrico (NO) inducida por TOCH juega un papel fundamental en la supresión del proceso inflamatorio. Además, también se ha informado sobre la estimulación directa de la curación y la promoción de neovascularización

**(Jiang, et al., 2020)**. Identificaron que las ondas de choque de alta intensidad pueden producir una super estimulación del nervio y el tejido, liberan sustancias que inhiben el dolor como sustancia P siendo un neurotransmisor que inhibe el dolor a través de las fibras C, estimulan el receptor del nervio del dolor, reducen la sensibilidad y la conducción nerviosa.

Cabe mencionar que sus resultados en cuanto a mejoría de síntomas son a corto plazo. Poniéndolo en el contexto del paciente, esta es una ventaja que se tiene hacia a la adherencia del tratamiento y la confianza del paciente aumentaría significativamente al ver los resultados efectivos de este, ya que con otros no se ve reflejado, aquí es donde se solventaría el precio de las sesiones considerando aspectos psicosociales que también se verían favorecidos.

## 4.2 Discusión

El propósito de esta investigación es distinguir los efectos fisiológicos de la onda de choque para disminuir el dolor en fascitis plantar crónica en pacientes femeninos de 40 a 50 años. Dado esto, en la presente investigación se recopila la información en donde se determinó cuan eficaz es esta terapia, se encuentra que los estudios comparan datos de la onda de choque con otras técnicas que fueran efectivas para la fascitis plantar crónica, en donde se analiza de manera detallada como estas actúan en la patología y cuál es la técnica más adecuada para tratarla. Según Monteagudo, et al., (2018) la efectividad de las ondas de choque depende del tipo que se aplique de estas, ya sea focal o radial, siendo la más eficaz la focal, según los estudios revisados, ya que esta va más enfocada al alivio del dolor en el estadio crónico.

A su vez, se encuentra que hay estudios sobre las ondas de choque extracorpóreas y la terapia de láser enfocadas a la fascitis plantar crónica en donde se puede evidenciar la eficacia de las ondas de choque, según Sanmak, et al., (2018) depende de la dosificación con que se aplica y el número de sesiones por semana, produce mejoras y cambios fisiológicos en la fascia plantar, dando a conocer que se debe seguir una buena dosificación de esta para llegar al objetivo planteado pues tanto el grosor de la fascia como el dolor muestran una disminución significativa después del estudio realizado.

Cuando se habla de una patología cuyo tratamiento debe ser quirurgico se plantea de forma previa la terapia de ondas de choque como opción dentro del marco fisioterapéutico. De acuerdo con DiGiovanni, et al., en 2012 en la fascitis plantar se considera relevante un abordaje fisioterapéutico tal como las ondas de choque, ya que impide que se lleve a cabo la cirugía, requiere un poco más de tiempo por la evolución de la patología y por el número

de sesiones que se debe cumplir que puede ser más largo, sin embargo, es de vital ayuda para evitar una situación que conlleva ser quirúrgica. Sin embargo, también relata la falta de evidencia de la cirugía ante una fascitis plantar crónica, siendo esto favorable para las terapias de ondas de choque.

Un estudio reciente realizado por Chueh, et al., (2020) muestra la efectividad de las ondas de choque extracorpóreas en donde se da a conocer los cambios fisiológicos que puede tener la fascitis plantar crónica al tratarla con OC, el estudio se realiza en personas mayores de 50 años, en su mayoría pacientes de sexo femenino con sintomatología de más de 4 meses, los participantes reciben tres sesiones de ondas de choque [3000 disparos, 0.08 – 0.2mJ/mm<sup>2</sup>] a intervalos semanales, durante 12 meses de seguimiento. Se observa que la intensidad del dolor disminuye gradualmente, a la semana de seguimiento la FP se vuelve más suave después de la aplicación de las OC lo que se puede relacionar con cambios edematosos y desorganización de tenocitos y el colágeno. En los siguientes 12 meses después de la aplicación de las OC la FP se vuelve más rígida y el grosor disminuye. En base a esto se evidencia lo eficaz que es la onda de choque en la fascitis plantar crónica y los cambios favorables que esta genera, pues la disminución del dolor es gradual y los efectos fisiológicos son evidentes.

### 4.3 Conclusiones

La fascitis plantar es una patología que puede darse por sobrecarga o movimientos repetitivos en el talón siendo progresiva y degenerativa. A su vez, se da a conocer cómo es que la onda de choque actúa para poder mejorar o aliviar sus síntomas y producir cambios en su morfología y fisiología.

Se identifica que el dolor es la principal limitante funcional en la fascitis plantar ya que esto conlleva a que las mujeres o cualquier persona con la misma sintomatología no puedan llevar a cabo sus actividades de manera normal afectando su rendimiento personal.

Mediante la revisión bibliográfica se observa que las ondas de choque que resultan favorables para la fascitis plantar son las de media y alta energía, se tiene en cuenta que se pueden realizar 3 sesiones una vez por semana, pero siempre depende de la evolución del paciente. Se determina que entre los principales cambios fisiológicos se encuentra el proceso inflamatorio que es la primera respuesta fisiológica al tratamiento, por consiguiente aparecen precursores de la síntesis del colágeno, así como también precursores que ayudan a la disminución de la inflamación y que no entorpecen el proceso de acción de la onda de choque, todo esto se logra alrededor de 12 meses en donde se toman en cuenta factores intrínsecos y extrínsecos del paciente para que pueda retornar a la realización de sus actividades.

#### 4.4 Perspectivas

El estudio realizado abre una gama de amplias posibilidades para realizar una investigación orientada a respuestas clínicas específicas que tienen como centro de regulación el dolor en el paciente. Se toma como referencia la aplicación de ondas de choque en tendones en animales, a partir de ello sabemos que las aplicaciones de ondas de choque favorecen al tendón y la fascia plantar ya que están compuestos en su mayoría por colágeno tipo 1, mismo que presentan dichos animales mencionados anteriormente. Con la finalidad de describir la viabilidad de nuevos abordajes, consideraciones, y aplicación en humanos con esta patología.

Así que con nuestro estudio es posible investigar más sobre los cuidados que se deben tener posterior a una aplicación de la onda de choque en la fascia plantar, al igual que las recomendaciones del tipo de calzado más recomendado en mujeres esto con el fin de evitar que los síntomas vuelvan a aparecer y entorpezcan el abordaje del paciente y su adherencia al tratamiento.

Con esta investigación se espera que en el área de la fisioterapia se puedan realizar estudios en cuanto a las diferencias del sexo femenino al sexo masculino a la aplicación de la onda de choque en diferentes patologías como la capsulitis adhesiva, desgarres musculares, lesiones de tejido blando, así como en el caso que sea una lesión muscular y también de la zona del músculo, tratar de evidenciar el tiempo, las sesiones y los parámetros necesarios para determinar la evolución de la patología. Todo esto con el fin de dar a conocer si la onda de choque es igual de efectiva en otras patologías como se pudo demostrar en la fascitis plantar

## Referencias

- Albornoz, M., Maya, J., & Toledo, J. (2016). *Electroterapia Práctica. Avances en Investigación Clínica*. Recuperado de: <https://bit.ly/3abr9In>
- Alguacil, D., Gómez, M., & Miangolarra, J. (2002). Ondas de choque: Aplicación terapéutica en la patología deportiva de partes blandas. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19(91), 393399. Recuperado de: <https://bit.ly/3djX3oM>
- Bihter, A., Nezire, K., Nuray, K., (2017) Comparison of the acute effect of radial shock wave therapy and ultrasound therapy in the treatment of plantar fasciitis: A randomized controlled study. *Pain medicine* volume 18 pages 2443-2452. Doi: <https://doi.org/10.1093/pm/pnx113>
- Badash, M. (2018). Plantar Fasciitis. *Rehabilitation Reference Center EBSCO Publishing*.
- Castro, M. (2016). *Guía para el abordaje del pie doloroso en la fascitis plantar*. Barcelona: Grunenthal Pharma S.A.
- Cerdeño, J., & Casas, C. (2014). Revisión bibliográfica de la fascitis plantar. *eFisioterapia.net*. Recuperado de: <https://bit.ly/2QvwW4A>
- Chueh-Hung, W., Yun.Yi, L., Wen-Shiang, C., & Tyng-Guey, W. (2020). Sonoelastographic evaluation of plantar fascia after shock wave therapy for recalcitrant plantar fasciitis: A 12-month longitudinal follow-up study. *Scientific Reports*, 10. doi: <https://bit.ly/2K5VHkc>
- Cleveland, R., Chitnis, P., & McClure, S. (2007). Acoustic Field of a Ballistic Shock Wave Therapy Device. *Ultrasound in medicine and biology*, 33(8), 1327-1335. doi: <https://bit.ly/3bfACiK>
- Córdova, A, López, D., Fernández, D., & Caballero, A. (2017). Nueva visión del tratamiento de la fascitis plantar en deportistas. Utilidad del entrenamiento funcional mediante el esquí. *Investigación Clínica*, 58(3), 309-318. Recuperado de: <http://bit.ly/33vbOk4>
- Díaz, A, & Guzmán, P. (2014). Efectividad de distintas terapias físicas en el tratamiento conservador de la fascitis plantar. Revisión sistemática. *Revista Española Salud Pública*, 88(1), 157-178. doi: <http://bit.ly/2T6zsQv>

- DiGiovanni, B., Moore, A., Zlotnicki, J., & Pinney, S. (2012). Preferred management of recalcitrant plantar fasciitis among orthopaedic foot and ankle surgeons. *Foot Ankle International*, 33(6), 507-512. doi: <https://bit.ly/3aedb9F>
- Dreisilker, U. (2011). *Entesopatías*. Alemania: WALTER Medien GmbH.
- Fisioclinics Logroño. (2018, Mayo 4). Fascitis plantar tratamiento con ondas de choque Fisioterapia Logroño [Archivo de video]. Youtube. Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_wl4X3T1-fl](https://www.youtube.com/watch?v=_wl4X3T1-fl)
- Fisiolution. (2018, Octubre 9). Fascitis tratamiento definitivo ondas de choque [Archivo de video]. Youtube. Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=KKnqpPTQY\\_0](https://www.youtube.com/watch?v=KKnqpPTQY_0)
- García, A., López, J., & Sánchez, M. (2000). Respuesta inflamatoria sistémica: fisiopatología y mediadores. *Medicina Intensiva*, 24(8), 353-360. Recuperado de: <https://bit.ly/2U6C8On>
- García, R. (2010). Utilidad de la integración y convergencia de los métodos cualitativos y cuantitativos en las investigaciones en salud. *Revista Cubana Salud Pública*, 36(1), 19 - 29. Recuperado de: <http://bit.ly/38OmzPy>
- Gerdesmeyer, L., Maier, M., Haake, M., & Schmitz, C. (2002). Physical-technical principles of extracorporeal shockwave therapy (ESWT). *Orthopade*, 31(7), 610-617. doi: <https://bit.ly/3a9XVKN>
- Guevara, J., & Acosta, J. (2018). Terapia de ondas de choque frente a infiltración corticosteroidea en el tratamiento de la fascitis plantar crónica. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 32(1), 43-49. Recuperado de: <https://bit.ly/396AIb3>
- Hernández, M., Garrido, F., & López, S. (2000). Diseño de estudios epidemiológicos. *Salud Pública de México*, 42(2). Recuperado de: <http://bit.ly/2IED5Hs>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGrawHill.
- Jiménez, R. (2010). Tratamiento de la fascitis plantar. *Revista Española de Podología*, 21(3), 110-113. Recuperado de: <https://bit.ly/2vHvWmO>

- Kapandji, A. (1998). *Fisiología Articular 5a Edición*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Lievers, W., Goggins, K., & Adamic, P. (2020). Epidemiology of Foot Injuries Using National Collegiate Athletic Association Data From the 2009-2010 through 2014-2015 seasons. *Journal of Athletic Training*, 55(2), 181-187. doi <https://bit.ly/2J634HL>
- Luffy, L., Grosel, J., Thomas & So, E. (2018). Plantar fasciitis: A review of treatments. *Journal of the American Academy of Podiatry (AAPA)*, 31(1), 20-24. Recuperado de: <https://bit.ly/2TtZnRK>
- Malay, D., Pressman, M., Assili, A., Kline, J., York, S., Buren, B., . . . Leyman, C. (2006). Extracorporeal Shockwave Therapy Versus Placebo for the Treatment of Chronic Proximal Plantar Fasciitis: Results of a Randomized, Placebo-Controlled, DoubleBlinded, Multicenter Intervention Trial. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, 45(4), 196-210. doi: <https://bit.ly/2J11V6U>
- Monteagudo, M., Martínez, P., Gutiérrez, B., Tabuenca, J., & Álvarez, I. (2018). Plantar fasciopathy: a current concepts review. *Efort Open Reviews*, 3(8). doi: <https://bit.ly/3a8CCcz>
- Ogden, J., Toth, A., & Schultheiss, R. (2001). Principles of Shock Wave Therapy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 387, 8-17. Recuperado de: <https://bit.ly/39kjlj>
- Osorio, J., & Valencia, M. (2013). Bases para el entendimiento del proceso de la marcha humana. *Archivos de Medicina*, 13(1), 88-96. doi: <https://bit.ly/397pnaD>
- Pró, E. (2012). *Anatomía Clínica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Rassweiler, J., Kohrmann, K., McAteer, J., Lingeman, J., Cleveland, R., Bailey, M., & Chaussy, C. (2011). Shock wave technology and application: an update. *European Urology*, 59(5), 784-796. doi: <https://bit.ly/3bknh8T>
- Rompe, J., Kirkpatrick, C., Kullmer, K., Schwitalle, M., & Krischek, O. (1998). Dose- related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis. A Sonographic and Histological Study.

*The Journal of Bone & Joint Surgery (BR)*, 80(3), 546-552. Recuperado de: <https://bit.ly/3bmchry>

Sanmak, Y., Geler, K., Mesci, N., & Altunok, E. (2018). Comparison of effects of low-level laser therapy and extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis treatment: A randomized, prospective, single-blind clinical study. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 65(2), 184-190. Recuperado de: <https://bit.ly/2xdZvMV>

Schmitz, C., Császár, N., Rompe, J., Chaves, H., & Furia, J. (2013). Treatment of chronic plantar fasciopathy with extracorporeal shock waves (review). *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 8(31). doi: <https://bit.ly/39bkwVR>

Serviat, H., Carvajal, V., Medina, M., Gutiérrez, J., & Croas, A. (2015). Ondas de choque en población deportiva y no deportiva: resultados preliminares. *Acta Ortopédica Mexicana*, 29(5), 254-260. Recuperado de: <https://bit.ly/3a6vyNA>

Sun, J., Gao, F., Wang, Y., & Sun, W. (2017). Extracorporeal shock wave therapy is effective in treating chronic plantar fasciitis. *Medicine (Baltimore)*, 96(15). Recuperado de: <https://bit.ly/3a8y85v>

Sibel, C., Aydin, A. (2019). Comparison of extracorporeal shockwave therapy with custom foot orthotics in plantar fasciitis treatment: A prospective randomized one-year follow-up study *J Musculoskelet Neuronal Interact* 19(2). Recuperado de: <https://bit.ly/3ocyDpa>

Thiel, M., Nieswand, M., & Dorffel, M. (2000). The use of shock waves in medicine--a tool of the modern OR: an overview of basic physical principles, history and research. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 9(3), 247-253. doi: <https://bit.ly/2WFsqVc>

Torrijos, A., Abián, J., & Abián, M. (2009). Plantar fasciitis treatment. *Journal of Sport and Health Research*, 1(2), 123-131. Recuperado de: <https://bit.ly/2Uk0IKI>

Tutté, M., (2016). Terapia por ondas de choque. *Tendencias en Medicina*, 25(49), 151-156. Recuperado de: <https://bitly.is/3d0pUOe>

Van Der Worp, H., Zwerver, J., Van Den Akker, I., & Diercks, R. (2011). The Topshock Study:

- effectiveness of radial shockwave therapy compared to focused shockwave therapy for treating patellar tendinopathy-design of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disord*, 12(229). doi: <https://bit.ly/2QEQCmI>
- Vega, G. (2008). Inmunología para el médico general. La respuesta inmune. *Revista Facultad de Medicina UNAM*, 51(3), 128-129. Recuperado de: <https://bit.ly/2UpgwMf>
- Verstraelen, F., Den Kleef, N., Jansen, L., & Morrenhof, J. (2014). High-energy Versus Lowenergy Extracorporeal Shock Wave Therapy for Calcifying Tendinitis of the Shoulder: Which is Superior? A Meta-analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 472(9), 2816-2825. Recuperado de: <https://bit.ly/3afuvLm>
- Viladot, A. (2003). Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. *Revista Española Reumatológica*, 30(9), 469-477. Recuperado de: <http://bit.ly/2winOJ7>
- Wang, C. (2003). An Overview of Shock Wave Therapy in Musculoskeletal Disorders. *Chang Gung Medical Journal*, 26(4), 220-232. doi: <https://bit.ly/2vIkR4L>
- Xu, D, Jiang, W, Huang, D, Hu, X, Wang, Y, Li, H, (...), (2019). Comparison Between Extracorporeal Shock Wave Therapy and Local Corticosteroid Injection for Plantar Fasciitis. *Foot & Ankle International: Sage Journal*. Recuperado de: <https://bit.ly/33xrof3>
- Yong, T., Pan, D., Gang, W., Yourong, Y., Zhengli, L., & Yunqin, X. (2020). The Clinical Efficacy of Two Endoscopic Surgical Approaches for Intractable Plantar Fasciitis. *American College of Foot and Ankle Surgeons*, 59(2), 280 - 285. Recuperado de: <http://bit.ly/2Q8KK1l>
- Zaragoza, K., & Fernández, S. (2013). Ligamentos y tendones del tobillo: anatomía y afecciones más frecuentes analizadas mediante resonancia magnética. *Anales de Radiología México*, 12(2), 81-94. Recuperado de: <http://bit.ly/2I1FWKa>

## **Anexos**

En el siguiente video se muestra la aplicación de las ondas de choque a un paciente femenino con fascitis plantar crónica, el cual describe la mejoría de síntomas después de la aplicación de la terapia.

<https://www.youtube.com/watch?v=9jTT7KVKzFA>