

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DE LAS ONDAS DE CHOQUE COMO TRATAMIENTO DE LA FASCITIS PLANTAR EN PACIENTES DE 18 A 30 AÑOS

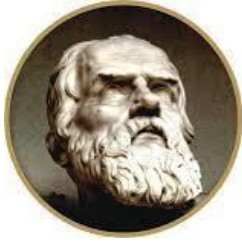


Que Presenta

**Mildred Fabiola Flores Rivera**

Ponente

**Ciudad de Guatemala, Guatemala 2024.**



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DE LAS ONDAS DE CHOQUE COMO TRATAMIENTO DE LA FASCITIS PLANTAR EN PACIENTES DE 18 A 30 AÑOS

Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia



Que Presenta

**Mildred Fabiola Flores Rivera**

Ponente

**Lft. Luis Omar Castañeda Cabañas**

Director de Tesis

**Mtra. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala 2024.

## Investigadores Responsables

Ponente

Mildred Fabiola Flores Rivera

Director de Tesis

Lft. Luis Omar Castañeda Cabañas

Asesor Metodológico

Mtra. María Isabel Díaz Sabán



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 09 de marzo 2024

Estimada alumna:  
**Mildred Fabiola Flores Rivera**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años”** 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 felicitarla y desearle éxito en el desempeño de su profesión.**

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Jose Carlos Ochoa  
Pineda  
Secretario

Lic. Marbella Aracelis  
Reyes Valero  
Presidente

Lic. Oscar Omar  
Hernández González  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La renovación en la Educación

Guatemala, 25 de noviembre 2022

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 sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años”** de la alumna **Mildred Fabiola Flores Rivera**

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

Atentamente

Lic. Oscar Omar Hernández González  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 28 de noviembre 2022

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 la alumna **Mildred Fabiola Flores Rivera** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años”** 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 Vasquez Monzón**

Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala

**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA  
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

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

<b>Nombre del Director:</b> LFt. Luis Omar Castañeda Cabañas
<b>Nombre del Estudiante:</b> Mildred Fabiola Flores Rivera
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2022

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis 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 TESIS**

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.	Organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	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**



Lft. Luis Omar Castañeda Cabañas



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA  
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESIS ASESOR  
METODOLÓGICO**

<b>Nombre del Asesor:</b> Mtra. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> Mildred Fabiola Flores Rivera
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2022

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis 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 TESIS**

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

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

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



Mtra. María Isabel Díaz Sabán

### DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 28 del mes de noviembre del año 2022.

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

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

LFt. Luis Omar Castañeda Cabañas



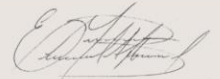
**Asesor Metodológico**  
Función

Mtra. María Isabel Díaz Sabán



**Coordinador de Titulación**  
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón



Autorizan la tesina con el nombre de:

Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años

Realizada por el estudiante:

Mildred Fabiola Flores Rivera

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

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 171 literal a) de la Constitución Política de la República de Guatemala y con fundamento en los Artículos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9,13, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 43, 49, 63, 64, 65, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 83, 84, 104, 105, 106, 107,108, 112 y demás relativos a la Ley De Derecho De Autor Y Derechos Conexos De Guatemala Decreto Número 33-98 yo

Mildred Fabiola Flores Rivera

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años**

; otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda recibir por tal divulgación una contraprestación.

Fecha 11 de noviembre de 2022

Mildred Fabiola Flores Rivera  
Nombre completo



Firma de cesión de derechos

## **Dedicatoria**

A mis padres, Verónica Rivera y Adolfo Flores por siempre apoyarme, por brindarme su amor, enseñarme cada día a dar lo mejor de mí, por siempre ser mis pilares y nunca dejarme que me rindiera, por haberme forjado como la persona que soy y todos mis logros se los debo a ellos, por cada esfuerzo que han hecho para que salga adelante y gracias a ellos esta meta está cumplida; gracias por enseñarme el gran amor y la bondad de Dios en nuestra vida que no tiene fin.

- **Mildred Fabiola Flores Rivera**

## **Agradecimientos**

Primeramente, a Dios quien me ha dado todo lo que tengo y he logrado se lo agradezco absolutamente a él, la bendición de darme a mis padres y que me apoyaran en todo el proceso de mi carrera. A mi madre Verónica Janeth Rivera por su amor, su compañía, por siempre estar allí y apoyarme en todo momento, por ser la mejor. A mi padre Adolfo Hernán Flores Marroquín porque cada día desde que tengo memoria siempre ha luchado por darme mi estudio y jamás me ha dejado en ningún momento, por ser un gran papá. A mis hermanos Sergio Adolfo Flores Rivera y Alejandra Flores Rivera por su amor, por creer en mí, por ser mis mejores amigos de toda la vida. A mi mejor amigo José Pablo García que desde el primer día de la universidad hemos estado juntos, logrando estos nuevos logros juntos y apoyándonos mutuamente hasta esta etapa. Agradezco a mis amigos y compañeros de la carrera Guillermo Doblado, Denilson Rubio, Esther Marroquín, Isa Estrada y Margareth Sosa por su ayuda y apoyo durante la carrera. Agradezco mucho por la ayuda y la enseñanza de todos mis maestros y licenciados de la universidad por haberme tenido paciencia, por guiarme durante todo el desarrollo de mi carrera hasta este momento, por brindarme sus conocimientos y apoyarme a seguir adelante día a día.

- **Mildred Fabiola Flores Rivera**

## **Palabras Clave**

Fascitis

Ondas

Fisioterapia

Efectos

Fascia

## Índice

Portadilla.....	i
Investigadores Responsables.....	ii
Carta Galileo Aprobación De Examen Privado .....	iii
Carta Galileo Aprobación Director de Tesis.....	iv
Carta Galileo Aprobación Revisor Lingüístico.....	v
Lista de Cotejo Director de Tesis .....	vi
Lista de Cotejo Asesor de Tesis.....	viii
Dictamen de Tesis.....	x
Titular de Derechos.....	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimientos .....	xiii
Palabras Clave.....	xiv
Índice .....	xv
Índice de Figuras.....	xix
Índice de Tablas .....	xx
Resumen.....	1



Capítulo I.....	2
Marco Teórico.....	2
1.1 Antecedentes Generales.....	2
1.1.1 Descripción de la problemática.....	2
1.1.2 Anatomía general del pie y tobillo.....	3
1.1.3 Componentes óseos del pie.....	4
1.1.4 Artrología del tobillo y pie.....	6
1.1.5 Componentes musculares del pie.....	10
1.1.6 Componentes funcionales del pie.....	12
1.1.7 Biomecánica del pie y tobillo.....	16
1.1.8 La fascia.....	21
1.1.9 La fascia plantar.....	23
1.1.10 Fascitis plantar.....	27
1.1.11 Factores etiológicos de la fascitis plantar.....	28
1.1.12 Fisiopatología.....	32
1.1.13 Epidemiología.....	33
1.1.14 Cuadro clínico.....	33
1.1.15 Diagnóstico.....	35
1.1.16 Tratamiento convencional de la fascitis plantar.....	40
1.2 Antecedentes Específicos.....	41
1.2.1 Historia de las ondas de choque.....	41
1.2.2 Definición y principios físicos.....	43
1.2.3 Tipos de ondas de choque.....	45
1.2.4 Mecanismos generadores de las ondas.....	46
1.2.5 Fenómenos provocados por las ondas de choque.....	48

1.2.6 Efectos fisiológicos de las OC.....	50
1.2.7 Indicaciones, contraindicaciones y efectos secundarios .....	50
Capítulo II.....	52
Planteamiento del Problema .....	52
2.1 Planteamiento del Problema .....	52
2.2 Justificación .....	55
2.3 Objetivos.....	58
2.3.1 Objetivo general.....	58
2.3.2 Objetivos específicos .....	58
Capítulo III.....	59
Marco Metodológico.....	59
3.1 Materiales.....	59
3.2 Métodos .....	61
3.2.1 Enfoque de investigación.....	61
3.2.2 Tipo de estudio.....	61
3.2.3 Método de estudio.....	62
3.2.4 Diseño de investigación .....	62
3.2.5 Criterios de selección.....	63
3.3 Variables .....	64
3.3.1 Variable independiente. ....	64
3.3.2 Variable dependiente.....	65
3.3.3 Operacionalización de las variables.....	65
Capítulo IV .....	67
Resultados .....	67
4.1 Resultados.....	67

4.2 Discusión .....	85
4.3 Conclusión .....	87
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas .....	88
Referencias.....	89

## Índice de Figuras

Figura 1. Partes óseas del pie y tobillo .....	5
Figura 2. Tipos de articulaciones sinoviales. ....	8
Figura 3. Arcos y puntos de apoyo de la bóveda plantar .....	14
Figura 4. Arco interno y sus componentes.....	14
Figura 5. Arco externo y sus componentes. ....	15
Figura 6. Arco anterior y sus componentes.....	15
Figura 7. Planos anatómicos y ejes corporales. ....	18
Figura 8. Planos anatómicos del pie .....	19
Figura 9. Ejes del pie .....	20
Figura 10. Movimiento del tobillo.....	20
Figura 11. Histología del tejido conjuntivo .....	22
Figura 12. Test de Jack o maniobra de Hubscher .....	31
Figura 13. Mecanismo de windlass.....	31
Figura 14. Dolor plantar.....	34
Figura 15. Región de dolor a la palpación .....	36
Figura 16. Test de Silfverskiöld.....	36
Figura 17. Radiografía de espolón calcáneo. ....	38
Figura 18. Resonancia magnética de una fractura por estrés del calcáneo. ....	39
Figura 19. Tipos de ondas de choque .....	46
Figura 20. Generador electrohidráulico. ....	47
Figura 21. Generador electromagnético.....	48
Figura 22. Ciclo de formación de la cavitación. ....	49
Figura 23. Fenómeno de Hopkins.....	49
Figura 24. Gráfica base de datos.....	60

## Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de las articulaciones según su función y estructura .....	6
Tabla 2. Planos anatómicos del pie.....	16
Tabla 3. Ejes corporales. ....	17
Tabla 4. Componentes del tejido conjuntivo. ....	24
Tabla 5. Clasificación de factores de riesgo asociados a la fascitis plantar.....	29
Tabla 6. Diagnósticos diferenciales del dolor plantar del talón.....	39
Tabla 7. Indicaciones, contraindicaciones y efectos secundarios de las OC. ....	51
Tabla 8. Criterios de selección.....	64
Tabla 9. Operacionalización de las variables.....	65

## Resumen

En la presente revisión bibliográfica se basa sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar, la cual es definida por distintos autores como el dolor en la zona inferior del talón que en muestra cambios inflamatorios inespecíficos que pueden ser degenerativos, que puede tener causas multifactoriales pero con mayor predisposición en personas que trabajan en bipedestación durante un tiempo prologando y en deportistas, siendo frecuente en ambos sexos.

La fascitis plantar [FP] es un proceso degenerativo que afecta al 10% de la población a lo largo de su vida. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la FP es uno de los motivos de consulta más frecuentes en los servicios de traumatología y rehabilitación, y es un problema que afecta a un gran porcentaje de la población. Suele presentarse en la población adulta de todas las edades tanto activa como sedentaria, siendo la causa del 25% de las lesiones en el pie de los corredores y atletas.

La presente investigación se desarrolla con base al diseño de investigación no experimental y de corte transversal; que permita recuperar datos ya existentes de las variables consideradas, sin manipular las mismas. Observando fenómenos tal como se dan en su contexto natural, sin intervenir en su desarrollo, para posteriormente analizarlos.

La onda de choque son ondas acústicas que se transmiten a través de pulsos de presión tridimensionales que son expulsados en microsegundos, en donde sus efectos dependen del tipo de onda, la intensidad, frecuencia del pulso. *The Food and Drug Administration* [FDA] ha aprobado el uso de las ondas de choque para el tratamiento de la fascitis plantar.

# Capítulo I

## Marco Teórico

El capítulo estará dividido en dos partes; en la primera se describirá sobre la anatomía general y específica del tobillo y pie, además de todos sus componentes articulares, ligamentosos, musculares; además también se hablará sobre la patología, su etiología, cuadro clínico, diagnóstico, etc. En la segunda parte se estará hablando sobre el tratamiento de ondas de choque sobre la fascitis plantar, explicando su función, tipos de ondas e historia de esta.

### 1.1 Antecedentes Generales

**1.1.1 Descripción de la problemática.** Según Organización Mundial de la Salud (OMS), la fascitis plantar es uno de los principales motivos de consultas más frecuente en servicios de traumatología y rehabilitación; afectando aproximadamente a un 10% de los casos la planta del pie y talón, presentando dolor de leve a crónico (Torrijos y Abián, 2009). De igual forma, Artidiello et al, (2015) menciona que la fascitis plantar [FP] es la causa más frecuente de dolor en la planta de los pies y que dificulta en gran medida el desempeño laboral del individuo; y afecta aproximadamente al 10% de la población a lo largo de su vida.

**1.1.2 Anatomía general del pie y tobillo.** Según *Stanford Children's Health* (2019) el pie es una de las partes más complejas del cuerpo, que está constituida por 26 huesos unidos por numerosas articulaciones, músculos, tendones y ligamentos. Según menciona Llanos, Fernández y Núñez (2006) que el tobillo y el pie forman una unidad funcional que se constituye en una agrupación de articulaciones, englobadas en el complejo articular periastragalino, el cual se encarga de distribuir las cargas corporales a través de las distintas articulaciones.

En palabras de Vilatod (1979), El pie es la parte más distal del cuerpo humano que sirve de soporte esencial para la posición humana de ortostatismo. Se trata de una estructura tridimensional variable, base del servomecanismo antigravitatorio, que constituye una pieza fundamental para la posición bipodal y la marcha humana. (p.13)

Por lo tanto, hace referencia a que el tobillo es una de las principales articulaciones que carga la mayor parte del peso corporal y tiene una función primordial en la marcha, en donde el pie actúa en la transmisión de las fuerzas desarrolladas en el cuerpo hacia el suelo. Según menciona Monteagudo y Villardefrancos (2007) esta articulación soporta mucha más carga que ninguna otra articulación en el cuerpo humano mencionando que soporta de 5-7 veces el peso corporal en la fase final del ciclo de marcha, comparado con la rodilla y la cadera.

Según Zaragoza y Fernández (2013) el tobillo está conformado por la tibia, peroné, astrágalo y calcáneo, divididos en dos articulaciones, la tibioperoneoastragalina y la subastragalina, que permiten la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión. La mortaja tibio-peroné-astragalina es una articulación sinovial altamente congruente.



Esta conformación anatómica permite el movimiento a través de un solo eje, el eje bimalleolar, a través del cual se producen los movimientos de flexión plantar y flexión dorsal. La articulación subastragalina está formada por el astrágalo y el calcáneo.

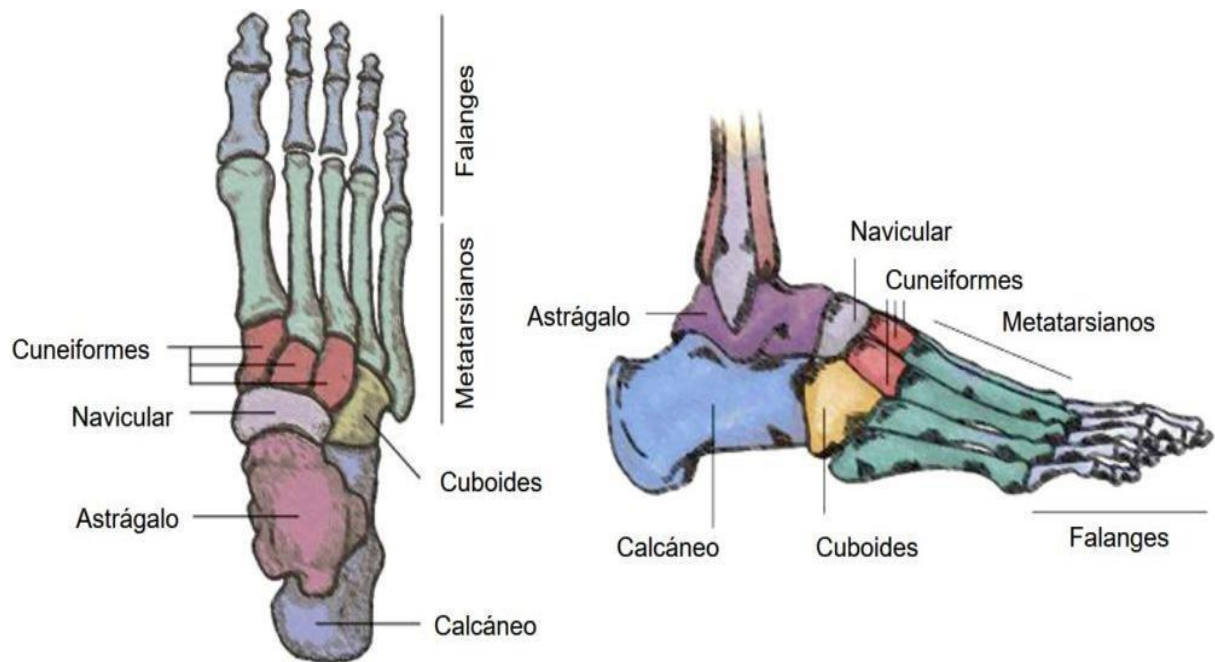
El pie cumple varias funciones muy importantes como soportar la carga, mantener el equilibrio del cuerpo, amortiguar el peso corporal, efectuar el despegue del cuerpo, condicionar el desplazamiento del individuo [marcha, correr, saltar, trepar, trotar, etc.], adaptación a terrenos irregulares; siendo estas funciones la mayoría de las veces realizadas por el antepié y sus estructuras (Brenner, Bianchi y Denari, 1989; Bolgla y Malone ,2004).

**1.1.3 Componentes óseos del pie.** En el estudio de Viladot (2003) describe que el pie y sus huesos se pueden distribuir en tres regiones anatómicas y funcionales: retropié: astrágalo y calcáneo; mediopié: navicular, cuboides y cuneiformes; antepié: metatarsianos y falanges, como se observa en la Figura 1. Así mismo, Latarjet y Ruiz (2004) menciona que el pie está conformado por ciertas estructuras óseas, en donde la cuales podemos encontrar:

- Los 7 huesos del tarso: astrágalo, calcáneo, escafoides, cuboides, 3 huesos cuneiformes
- Los 5 huesos del metatarso
- Las 14 falanges, en donde 3 de ellas contribuyen a la construcción de los cuatro dedos laterales. El primer dedo del pie o comúnmente denominado dedo gordo consta únicamente de 2 falanges. Las falanges que constituyen los dedos

también se denominan falange proximal, medial y distal. El primer dedo del pie solo contaría con falange proximal y distal.

- Maléolo interno
- Maléolo externo
- Tubérculos internos y externos de la cara inferior del calcáneo
- Apófisis medial del calcáneo
- Tubérculo externo del calcáneo o cresta de los peroneos
- Tuberosidad posterior del calcáneo
- Tubérculo del escafoides
- Tubérculo del cuboides.



**Figura 1.** Partes óseas del pie y tobillo

Fuente: MBA Surgical Empowerment (2019)

#### 1.1.4 Artrología del tobillo y pie.

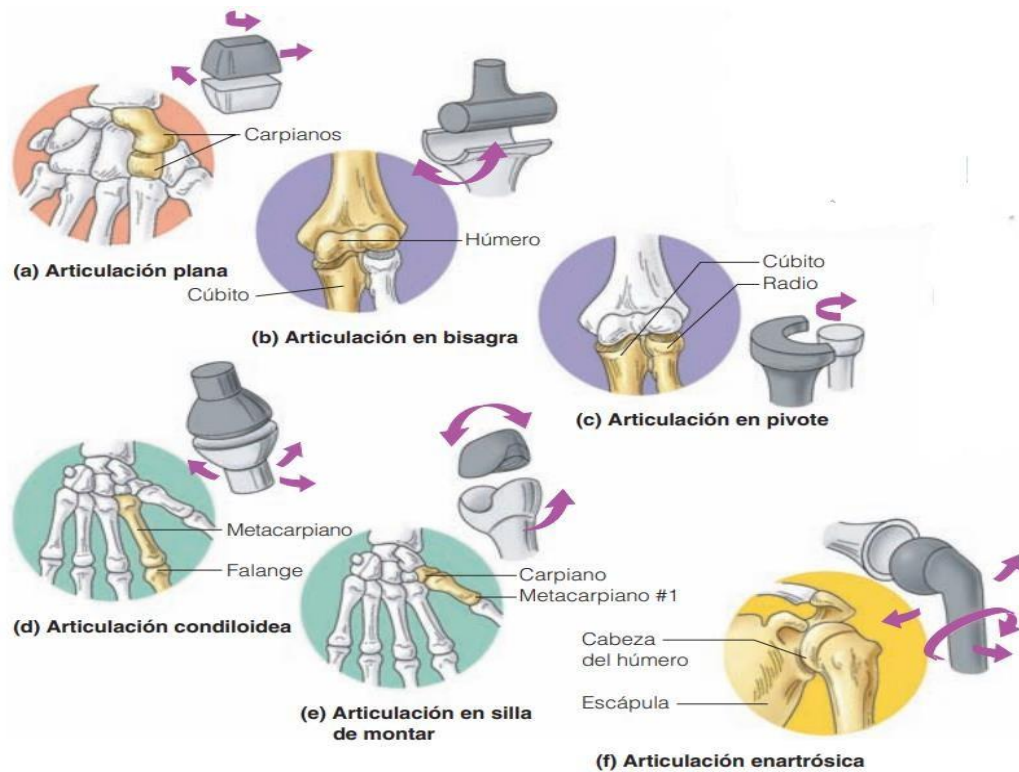
**1.1.4.1 Articulaciones.** Tortora y Derrickson (2006) describen que una articulación es un punto de contacto entre dos huesos, entre hueso y cartílago. Así mismo, Marieb (2008) menciona que las articulaciones tienen dos funciones, que son mantener los huesos juntos, pero también proporcionan movilidad al sistema esquelético. Estos autores mencionan que las articulaciones se clasifican según su función y estructura; funcionalmente se clasifican según a la cantidad de movimiento que permiten y estructuralmente según de las regiones óseas de la articulación, como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación de las articulaciones según su función y estructura.

<b>Tipo de articulaciones</b>	<b>Características</b>
<b>Articulaciones según su función</b>	
Sinartrosis	Articulaciones rígidas
Anfiartrosis	Ligeramente móviles
Diaartrosis	Totalmente móviles, predominan en los miembros.
<b>Articulaciones según su estructura</b>	
Fibrosas	Huesos unidos por un tejido fibroso. No existe cavidad sinovial y los huesos se mantienen unidos por tejido conectivo denso irregular, rico en fibras de colágeno. Los bordes de los huesos se interbloquean y están firmemente unidos por fibras de tejido conectivo. No se realiza ningún movimiento. Ejemplo: suturas del cráneo o sindesmosis.
Cartilagosas	Las terminaciones óseas están unidas por cartílagos.

Tipo de articulaciones	Características
Sinoviales	<p>Son ligeramente móviles (anfiartrosis). Ejemplo: sínfisis púbica de la pelvis y las articulaciones intervertebrales de la columna vertebral.</p> <p>También se encuentran las placas epifisarias de cartílago de hialina de los huesos largos en crecimiento y las articulaciones de las primeras costillas y el esternón son articulaciones cartilaginosas inmóviles (sinartrosis).</p>
	<p>Están separadas por una cavidad articular que está compuesta de líquido sinovial. Suele estar compuesta por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartílago articular: cubre las terminaciones de los huesos que forman la articulación</li> <li>• Cápsula articular fibrosa: la superficie articular está rodeada de una capa o cápsula de tejido conectivo fibroso; la cual está rodeada a su vez de una membrana sinovial.</li> <li>• Cavidad articular: la cápsula esta rodea una cavidad que tiene líquido sinovial lubricante.</li> <li>• Ligamentos de refuerzo: la cápsula fibrosa suele estar reforzada por ligamentos.</li> </ul> <p>Esta clasificación se puede dividir según la forma, observar Figura 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plana</li> <li>• Bisagra</li> <li>• Pivote</li> <li>• Condiloidea</li> <li>• Silla de montar</li> <li>• Enartrosis</li> </ul>

Elaboración propia con información de Marieb (2008); Tortora y Derrickson (2006)



**Figura 2.** Tipos de articulaciones sinoviales.

(a) Articulación plana (articulaciones intercarpianas e intertarsianas). (b) Articulación en bisagra (articulaciones del codo e interfalángicas). (c) Articulación en pivote (articulación proximal entre el radio y el cúbito). (d) Articulación condiloidea (nudillos). (e) Articulación en silla de montar (articulación carpometacarpiana del pulgar). (f) Articulación enartrósica (articulaciones del hombro y la cadera).

*Fuente: Marieb (2008)*

#### **1.1.4.2 Articulaciones del tobillo y pie.** En el estudio de Sous et al, (2011)

mencionan que el pie posee el movimiento en los tres planos del espacio, siendo estos movimientos flexión, extensión, rotación externa [abducción], rotación interna [aducción], supinación y pronación. Bautista (2016) describe que en las articulaciones del pie se distinguen dos grupos: aquellas con función hacia la marcha y a la dinámica [articulaciones de movimiento, que son la del tobillo y la de los dedos] y las encargadas a amortiguar el choque del pie con el suelo o adaptarse a las irregularidades

del terreno encargándose de estabilizarlo [articulaciones de apoyo, todas las articulaciones del tarso y del metatarso].

Así mismo, Viladot (2003) menciona que se puede agrupar a las articulaciones en 2 grandes grupos desde un punto funcional:

- Articulaciones de acomodación, que tienen como función amortiguar el choque del pie con el suelo y adaptarlo a las irregularidades del terreno. Son las articulaciones del tarso y tarsometatarsianas.
  - Articulación subastragalina, está formada por la cara inferior del astrágalo y la cara superior del calcáneo formando 2 articulaciones: una posteroexterna y otra antero-interna. Ambas tienen una sección irregularmente esférica.
  - Articulación de Chopart, se encuentra formada en su parte externa por la superficie articular anterior del calcáneo y la posterior del cuboide. Ambos huesos se encuentran unidos por el potente ligamento calcaneocuboideo inferior.
- Articulaciones de movimiento. Su función es principalmente dinámica y son fundamentales para la marcha. Encontrándose la del tobillo y las de los dedos.
  - Articulación del tobillo, el tobillo presenta un movimiento principal, que tiene lugar en el plano longitudinal y que es el de flexión plantar y dorsal del pie.
  - Articulación de los dedos, dividida en la articulación del dedo gordo y la articulación metatarsofalángica de los 4 últimos dedos

**1.1.5 Componentes musculares del pie.** Bautista (2016) menciona que los músculos del pie están divididos en musculatura extrínseca e intrínseca. La musculatura extrínseca se localiza en la pierna, pero tiran de las estructuras óseas del tobillo y pie, siendo su función principal la plantiflexión, dorsiflexión, inversión y eversión del tobillo. Los músculos intrínsecos se encuentran en el pie y realizan los movimientos de los dedos, y aunque los músculos intrínsecos son cortos, son bastante potentes y cuentan con un papel realmente importante en la estructura muscular del pie, sobre todo en las falanges y el metatarso.

Así mismo, como Bautista (2016) y Kendalls (2007) lo dividen en:

- Músculos extrínsecos:
  - Flexores dorsales o dorsiflexores: Tibial anterior; y peroneo anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del dedo gordo, que contribuyen en la acción.
  - Flexores plantares o plantiflexores: Tríceps; y flexor común de los dedos; tibial posterior; peroneos largos y flexor propio del dedo gordo, que contribuyen en el movimiento.
  - Pronadores o eversores: Peroneo corto y largo.
  - Supinadores o inversores: Tibial anterior.
- Músculos intrínsecos:
  - Abductor del dedo gordo – abducción y ayuda a la flexión de la articulación metatarsofalángicas del dedo gordo.

- Aductor del dedo gordo – [dos fascículos] produce la aducción y ayuda en la flexión de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo.
- Abductor del 5to dedo
- Flexor corto de los dedos – flexión de las articulaciones interfalángicas proximales.
- Flexor corto del 1er primer dedo – flexiona la articulación metatarsofalángica del dedo gordo.
- Interóseos: dorsales [cuatro]- produce la abducción del segundo al cuarto dedo, plantares [tres]- aducción del tercer al quinto dedo.
- Lumbricales [cuatro]- flexionan las articulaciones metatarsofalángicas y ayudan a extender las articulaciones interfalángicas del segundo al quinto dedo.

Por otro lado, Tortora y Derrickson (2006) describe que los músculos intrínsecos del pie se dividen en dos grupos: dorsal y plantar. El cual menciona dos músculos dorsales: el extensor corto del dedo gordo y el extensor corto de los dedos. Los músculos plantares están divididos en cuatro planos. El más superficial se denomina primer plano y presenta tres músculos, el abductor del dedo gordo, flexor corto de los dedos y abductor del quinto dedo. El segundo plano está compuesto por el cuadrado plantar y los lumbricales. El tercer plano está formado por tres músculos: el flexor corto del dedo gordo, el aductor del dedo gordo y el flexor del quinto dedo. Y el cuarto plano está formado por dos grupos musculares: los interóseos dorsales y los tres interóseos plantares.

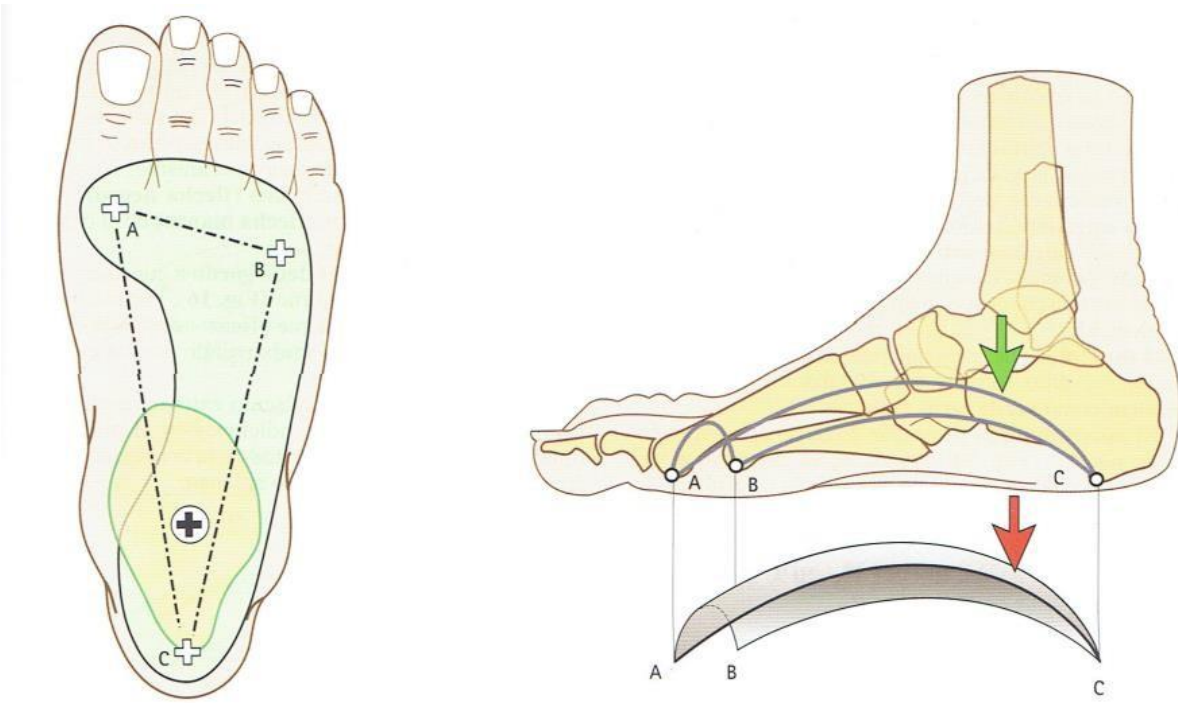


**1.1.6 Componentes funcionales del pie.** Viladot (2003) menciona 3 componentes funcionales: la bóveda plantar, su apoyo posterior o talón y su apoyo anterior o antepié.

- Bóveda plantar, tiene una forma de media copa abierta por su parte interna. Donde la parte superior soporta fuerzas a compresión formada por los huesos, y la parte inferior resiste esfuerzos de tracción constituida por ligamentos aponeuróticos y músculos cortos. Por otra parte, Kapandji (2010) describe que la bóveda plantar no forma un triángulo equilátero, sino se asemeja a la de una vela triangular repleta por el viento; formada por tres arcos [anterior, interno y externo]; y tres puntos de apoyo [cabeza del primer metatarsiano, cabeza del quinto metatarsiano y la tuberosidad posterior del calcáneo] observar Figura 3.
  - El arco anterior [observar Figura 6], es el más corto y bajo, se encuentra entre los dos puntos anteriores. Este se localiza desde la cabeza del primer metatarsiano hasta la cabeza del quinto metatarsiano, descansando sobre los dos huesos sesamoideos a 6mm del suelo; en la segunda cabeza la cual es la más elevada a [9mm], siendo la clave para la bóveda; la tercera cabeza [8,5 mm] y la cuarta cabeza [7mm]. Este se denomina el “talón anterior del pie”
  - El arco interno, es el más largo y alto, localizado entre los dos puntos de apoyo interno. Además, este incluye 5 piezas óseas que son el primer metatarsiano el cual es el único contacto con el suelo es su cabeza; la primera cuña, no tiene contacto con el suelo; el escafoides, se localiza a 15 – 18 mm por arriba del suelo y es clave en este arco de la bóveda; el astrágalo, este encargado de recibir las fuerzas transmitidas desde la pierna

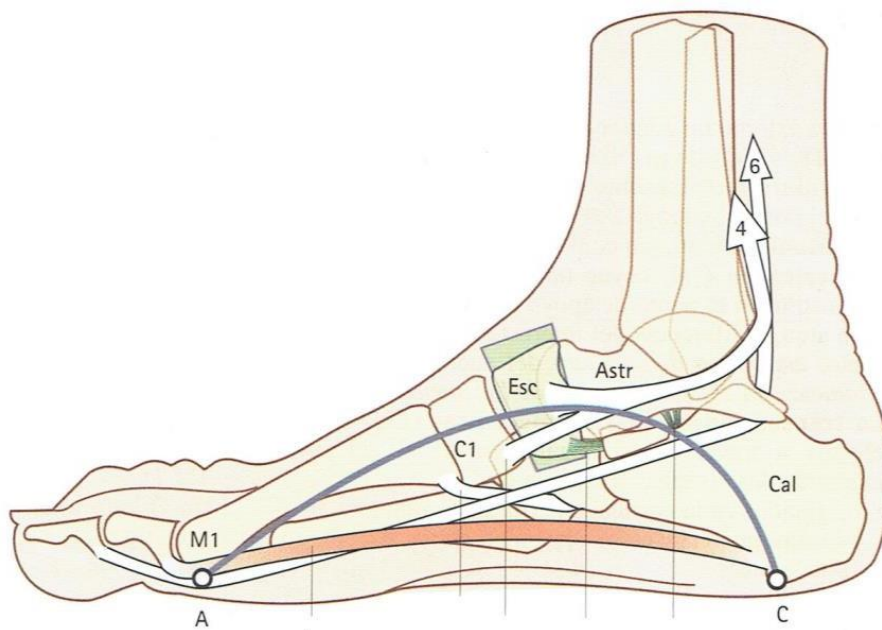
y las distribuye a través de la bóveda; y por último el calcáneo su contacto es mediante su extremo posterior. [Observar Figura 4]

- El arco externo [observar Figura 5], altura y longitud intermedia, se localizan entre los dos puntos de apoyo externo. Este a diferencia del arco interno posee un poco distanciamiento del suelo [3 - 5 mm] y contacta al suelo a través de las partes blandas. Conformado por tres piezas óseas, la cabeza del quinto metatarsiano; el cuboides, sin tener contacto con el suelo; y el calcáneo en donde la tuberosidad posterior es el punto de apoyo del arco.
- Talón, región posterior y plantar del pie que está conformada por el calcáneo, encargándose de la orientación espacial del pie con respecto a la pierna. La estabilidad conjunta del tarso posterior se mantiene gracias al sistema calcáneo-aquíleo-plantar:
  - El tendón de Aquiles, que transmite al pie toda la potencia del tríceps sural (gemelos y sóleo);
  - El sistema trabecular posteroinferior del calcáneo
  - Parte de los músculos cortos del pie, en especial el flexor corto y el abductor del dedo gordo.
- Antepié o apoyo anterior, abultamiento alargado en sentido transversal conformado por la cabeza de los metatarsianos articuladas con las bases de las primeras falanges.



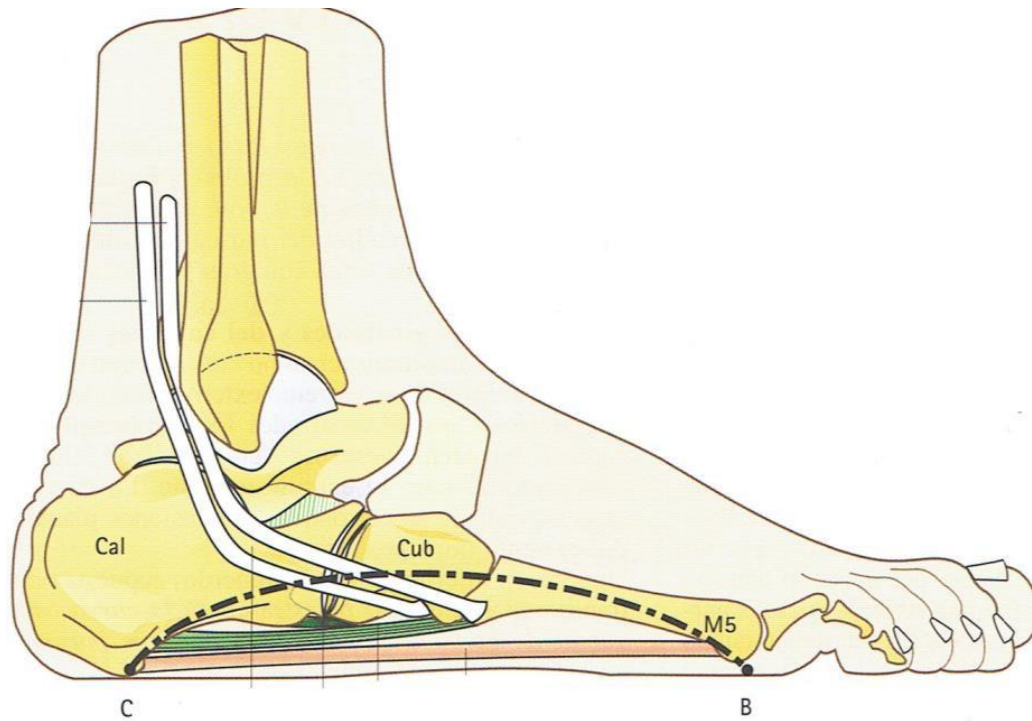
**Figura 3.** Arcos y puntos de apoyo de la bóveda plantar.

Fuente: Kapandji (2010)



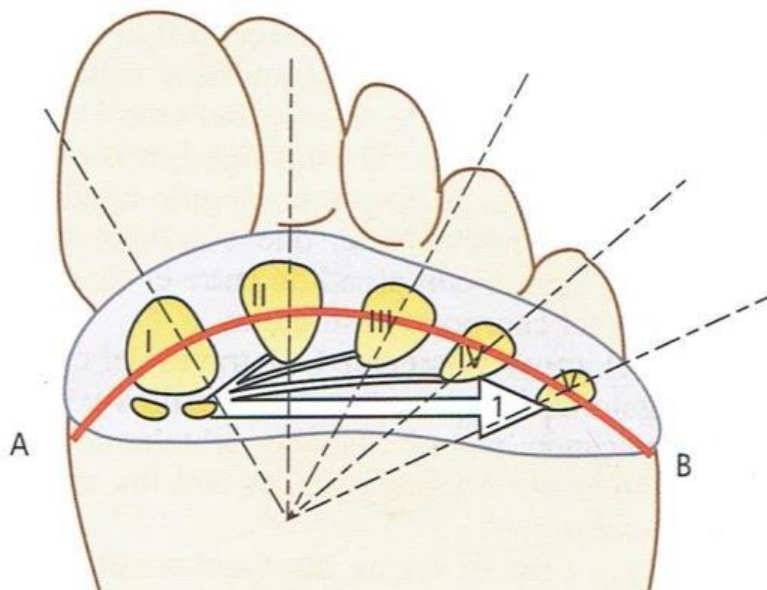
**Figura 4.** Arco interno y sus componentes.

Fuente: Kapandji (2010)



**Figura 5.** Arco externo y sus componentes.

Fuente: Kapandji (2010)



**Figura 6.** Arco anterior y sus componentes.

Fuente: Kapandji (2010)

**1.1.7 Biomecánica del pie y tobillo.** Kapandji (2010) menciona que Farabeuf define a la articulación del tobillo como “la reina” del grupo articular del retropié; siendo esta la articulación distal del miembro inferior. Así mismo, junto con otros autores como Viladot (2003) y Llanos et al, (2006) mencionan que pie se mueve a través de tres planos y tres ejes anatómicos, como se observa en la Figura 9.

**1.1.7.1 Planos anatómicos.** Llanos et al, (2006) y Kapandji (2010) mencionan que el tobillo posee tres planos de movimientos [observar Tabla 2], que hacen referencia a las tres dimensiones del espacio y se relacionan entre sí por ángulos rectos, observar Figura 7.

**Tabla 2.** Planos anatómicos del pie

<b>Planos</b>	<b>Características</b>
<b>Plano sagital</b>	Plano perpendicular al plano horizontal de sustentación, es vertical y dividen el cuerpo en izquierdo y derecho.
<b>Plano longitudinal</b>	También denominado plano coronal o frontal, este divide el cuerpo en anterior y posterior.
<b>Plano transverso</b>	Es horizontal y divide al cuerpo en dos porciones: en superior o proximal; y en inferior o distal.

Fuente: elaboración propia con información de Llanos et al, (2006); Kapandji (2010) y Kendalls et al, (2007).

**1.1.7.2 Ejes corporales.** Kendalls et al, (2007) describe a los ejes corporales como líneas imaginarias o reales, donde tiene lugar los movimientos, en donde la articulación se mueve o gira; como se observa en la Figura 10 y describe en la Tabla 3.

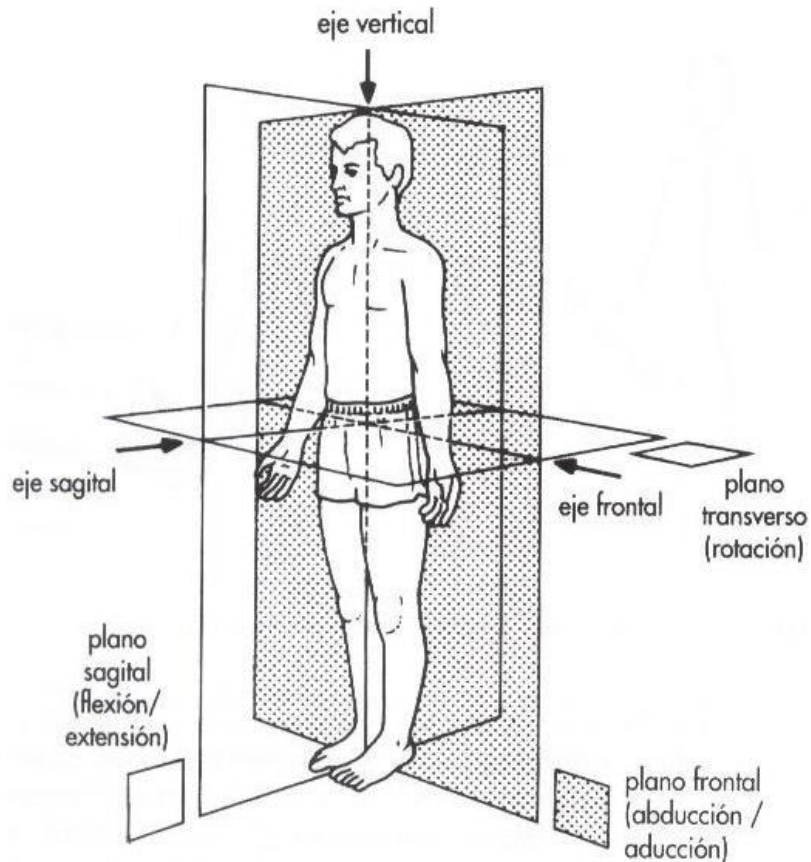
**1.1.7.3 Movimientos del pie.** Kapandji (2010) describe que el pie y tobillo realiza los movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción, supinación y pronación. En donde a través del eje transversal se realiza el movimiento de flexo-extensión; en el eje vertical se realizan los movimientos de abducción y aducción; y en el eje longitudinal los movimientos de pronosupinación, observar Figura 9.

**1.1.7.3.1 Flexo-extensión del tobillo.** Kapandji (2010) y Kendalls et al, (2007), definen la flexión de tobillo como el movimiento que aproxima el dorso del pie a la cara anterior de la pierna; también se le conoce como flexión dorsal o dorsiflexión. Así mismo, también definen a la extensión del tobillo como el alejar el dorso del pie de la cara anterior de la pierna, también es conocida como flexión plantar o plantiflexión [observar Figura 10].

**Tabla 3.** Ejes corporales.

<b>Ejes</b>	<b>Características</b>
<b>Sagital o anteroposterior</b>	Se extiende longitudinalmente desde el plano anterior hasta el posterior. Los movimientos de abducción y aducción se realizan en este eje en el plano coronal.
<b>Coronal o transversal</b>	Se extiende horizontalmente de lado a lado. Realiza los movimientos de flexión y extensión
<b>Longitudinal</b>	Se extiende en dirección de caudal – proximal. Los movimientos de rotación medial y lateral se realizan en este eje.

Fuente: elaboración propia con información de Llanos et al, (2006); Kapandji (2010) y Kendalls et al, (2007).



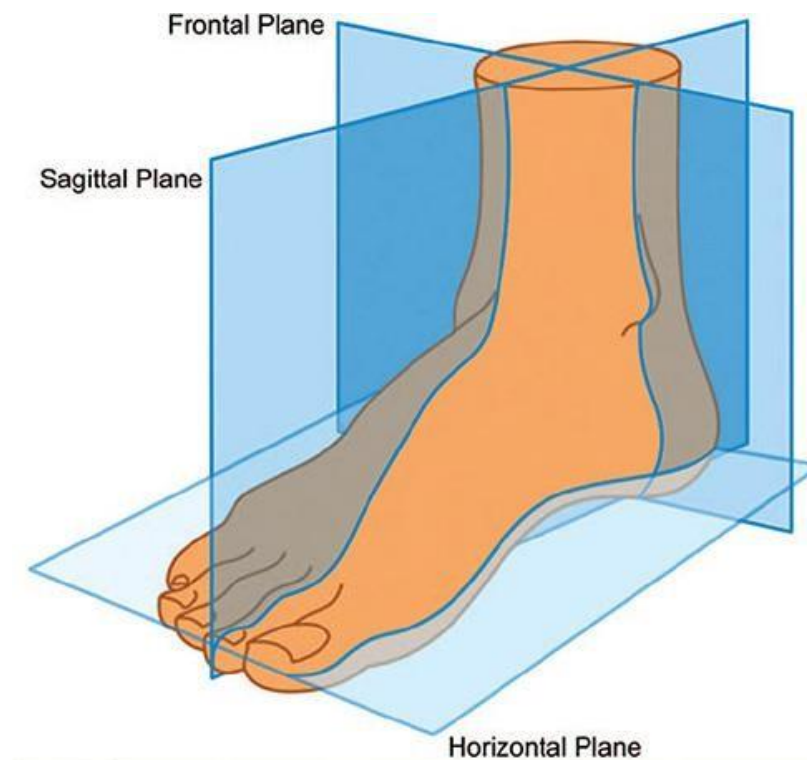
**Figura 7.** Planos anatómicos y ejes corporales.

Fuente: TAFAD y Cursos (2022)

*1.1.7.3.2 Aducción y abducción.* En la abducción el antepié en valgo y pronado. En el movimiento aducción el antepié está en varo y supinado. [Observar Figura 10].

*1.1.7.3.3 Eversión e inversión del tobillo.* Estos movimientos son ampliados por la articulación de Chopart: estos movimientos son la inversión y la eversión del pie. Estos dos movimientos se realizan alrededor del eje de Henke, se dirige oblicuamente [de arriba abajo y de dentro hacia afuera] que penetra por la cara superointerna del cuello del astrágalo, pasa a través del seno del tarso y sale por la parte posteroexterna del calcáneo (Viladot, 2022)

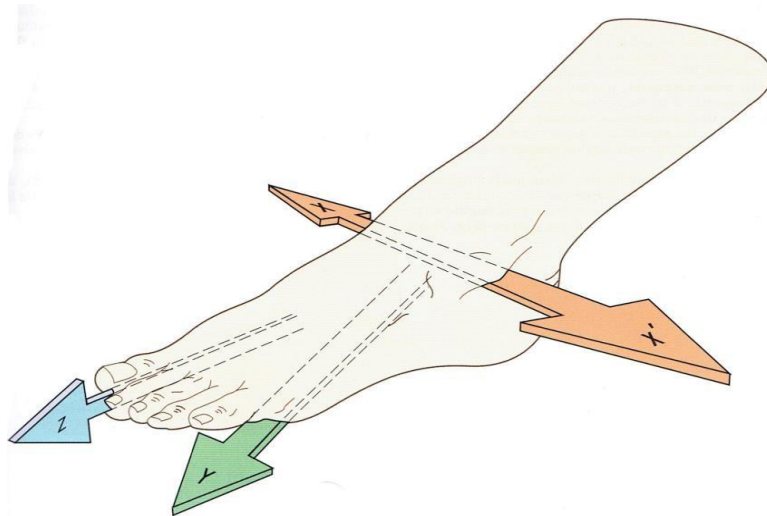
De igual forma, Viladot (2003) y Abols (2009) menciona que en la inversión se da un descenso de la porción anterior, en flexión plantar o en equino; desplazamiento en aducción, ubicándose en varo; gira hacia dentro provocando que su cara plantar mire hacia dentro y ubicándose en supinación, y por último un movimiento de deslizamiento hacia atrás del calcáneo, de forma que la extremidad en su parte anterior quede más posterior a la del astrágalo. En la inversión se dan los movimientos contrarios, dorsiflexión, abducción, valgo, pronación y que la articulación quede hacia delante respecto al astrágalo. [Observar Figura 10].



**Figura 8.** Planos anatómicos del pie.

Fuente: Agrawal, Pandey y Vasil (2006)

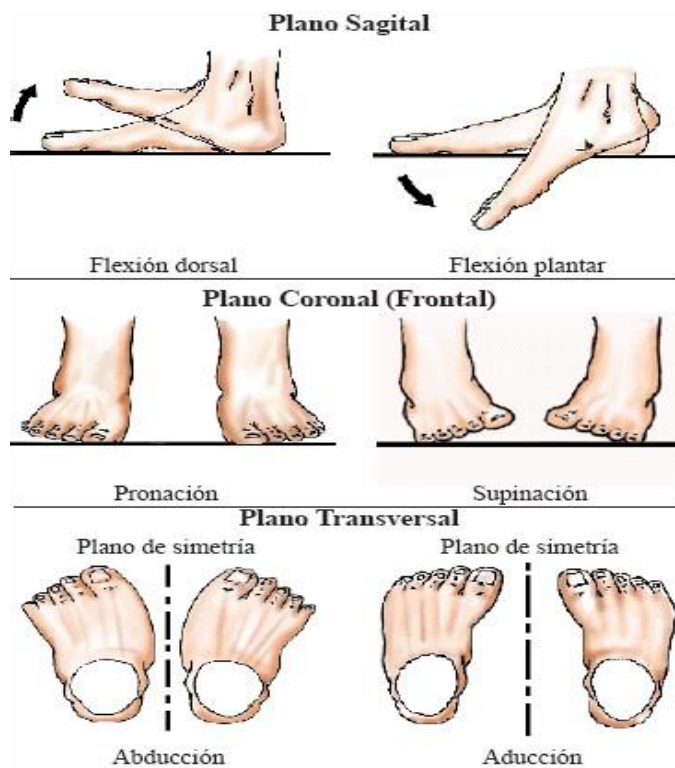




**Figura 9.** Ejes del pie.

X) eje transversal. Y) eje vertical. Z) eje longitudinal

Fuente: Kapandji (2010)



**Figura 10.** Movimiento del tobillo

Fuente: Marino et al, (2013)

**1.1.8 La fascia.** El sistema de fascias es un sistema de unificación estructural y funcional del cuerpo, formada de tejido conjuntivo fibroso de origen embrionario mesodérmico, formando por capas en distintas direcciones. La cual se puede dividir en tres tipos diferentes de fascias: la superficial [conectado a la piel], la profunda [conectado a los músculos] y la visceral [conectada a las vísceras] (Pinzón, 2018).

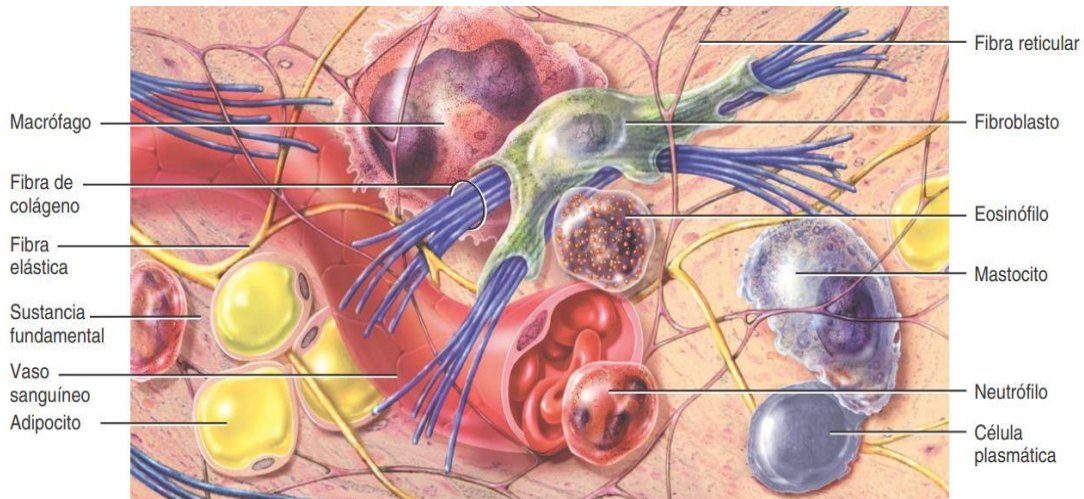
Además, Paoletti (2004) menciona que el tejido fibroso se caracteriza por tener una mayor cantidad de fibras de colágeno; siendo las células y la sustancia fundamental no muy abundantes. Toomey (2009) menciona que la fascia plantar es una estructura relativamente inelástica; además que en los estudios post mortem, el alargamiento máximo es de alrededor del 4% de la estructura y una fuerza de aproximadamente, requiriendo 1000 newtons [N] para fallar.

**1.1.8.1 Histología del tejido conjuntivo.** Se refiere según Tortora y Derrickson (2006) que un tejido es conjunto de células similares y su sustancia intercelular que desarrollan una actividad específica. Saavedra y Domínguez (2014) describen que el tejido conjuntivo o conectivo está derivado de la mesénquima, el cual es un tejido que se caracteriza porque sus células están compuestas en un abundante material intercelular, llamado la matriz extracelular. En donde la matriz extracelular es la encargada de dar de forma específica la estructura y la función de los tipos correspondientes de tejido conjuntivo.

Así mismo, Welsch y Sobotta (2008) describen que está compuesto de sustancias extracelulares como las fibras de colágeno y elastina que tienen la función almacén; los proteoglicanos que fijan el agua y crean espacios de difusión para el oxígeno, sustancias nutritivas, el CO<sub>2</sub> y productos finales del metabolismo; teniendo como

objetivo el tejido conjuntivo establecer una estructura de sostén y de dar forma. Por otro lado, Tortora y Derrickson (2006) menciona que el tejido conjuntivo es uno de los más abundantes de los cuatro tejidos básicos del cuerpo; que cumple con la función histiofisiológico de sostén, soporte, protección, amortiguación, hemodinámico, de defensa, de comunicación y de intercambio y un papel bioquímico; debido a que está presente en todas las partes del cuerpo.

Por otra parte, Paoletti (2004) describe que los tejidos conjuntivos se basan de cuatro macromoléculas particulares que son el colágeno, la elastina, los proteoglicanos y las glucoproteínas. Así mismo, menciona que éste en su microestructura está formado de elementos celulares [células fijas y células libres], sustancia intercelular [fibras reticuladas, de colágeno y elásticas] y la sustancia fundamental, como se observa en la Figura 11 y se describen en la Tabla 4.



**Figura 11. Histología del tejido conjuntivo**

*Fuente: Tortora y Derrickson (2006)*

**1.1.8.2. Funciones de la fascia.** Paoletti (2004) menciona que la función de la fascia es permitir la transmisión de información a través de todo el cuerpo, es un órgano sensorial que se mueve y reacciona a estímulos; controla el movimiento a través del funcionamiento de los músculos; contribuye en la circulación de sangre y linfa; protege, defiende, nutre y ayuda en el metabolismo a nivel celular. Así mismo menciona que es la barrera protectora contra variaciones de tensión en el cuerpo, absorbiendo los choques, siendo un verdadero amortiguador, que permite atenuar las tensiones sé que ejercen sobre el cuerpo.

**1.1.9 La fascia plantar.** La fascia plantar es una banda gruesa de tejido conectivo cuyo origen es el tubérculo del calcáneo y su inserción en los huesos metatarsianos; conocida también como aponeurosis plantar, siendo esta el revestimiento de la cara plantar del pie (Hedrick, 1996). Chen et al, (2014) describe en su estudio que consta de una parte medial, central y lateral; la parte medial y lateral se unen al abductor del dedo gordo y musculo aductor corto del quinto dedo, generalmente esta parte es clasificada como “fascia”. La parte central considerada como “aponeurosis” es más gruesa y tiene forma triangular; está a medida que se extiende hacia el antepié se divide en 5 haces separados, adhiriéndose a las falanges proximales a través de cintillas pretendinosas, ligamento transverso metatarsal y vainas tendinosas de los flexores.

Parra (2014) describe a la fascia plantar como un tejido fibroso de color blanco con una consistencia inelástica, formada principalmente por colágeno tipo I. Por otro lado, Simón (2007) detalla en su estudio que las fibras centrales son el componente más largo de 1,5-2,0 cm aproximadamente de ancho que va distalmente dividiéndose en 2

capas. La capa superficial su inserción forma bandas longitudinales y transversales; y la capa profunda que forma tabiques sagitales que rodean los flexores.

Así mismo, Bravo et al, (2008) describe que la fascia plantar una banda de tejido conjuntivo que recubre los músculos de la zona, formada por una red de fibras de colágeno compactadas, las cuales están orientadas longitudinalmente [en su parte central] y transversalmente; constituyendo un importante soporte estático del arco longitudinal del pie. Simón (2007) también menciona que la fascia plantar es una capa de tejido conectivo y adiposo encargada del soporte y protección de estructuras subyacentes del pie como musculatura plantar y estructuras neuromusculares.

**Tabla 4.** Componentes del tejido conjuntivo.

<b>Componentes</b>	<b>Características</b>
<b>Elementos celulares</b>	
<b>Células Fijas</b>	
Fibroblastos o fibrocitos	Son las células más abundantes del tejido conectivo. Sintetizan la matriz. Forma fusiforme, estrellada o plana; con prolongaciones ramificadas.
Células mesenquimales	Células madre adultas. Forma estrellada o fusiforme, más pequeña que los fibroblastos. Proviene de la sangre del cordón umbilical. Son células inmaduras, teniendo una capacidad de regenerarse a sí misma.
Células reticulares	Forma de estrella. Producen las fibras reticulares. Son fibroblastos especializados, que secretan las microfibrillas de colágeno III.

<b>Componentes</b>	<b>Características</b>
Adipocitos	Almacena triglicéridos. Se encuentran debajo de la piel. Forma redondeada, representando el 95% de peso celular.
<b>Células libres</b>	
Histiocitos o macrófagos	Células grandes, de forma irregular Fagocitan, eliminan y protegen frente a invasores. Se forman en la médula ósea.
Mastocitos o células cebadas	Son las más grandes, tienen una forma ovoide y núcleo esférico. Se originan en la célula madre de la médula ósea. Distribuyen sangre en el tejido conectivo, y sintetizan y almacenan gránulos ricos en histamina y heparina.
Linfocitos	Células linfáticas, fabricadas por células linfoides de la médula ósea. Circulantes del sistema inmunitario. Linfocito tipo B, forman anticuerpos. Linfocitos tipo T, provienen del timo, detectan antígenos proteicos.
Plasmocitos	Secretan anticuerpos. Participan en los procesos de inflamación crónicos. Derivan de los linfocitos B que han interactuado con antígenos y secretan inmunoglobulina.
Granulocitos	Es un tipo de leucocitos o glóbulo blanco. Núcleo lobulado y gránulos citoplasmáticos. Defienden el cuerpo contra bacterias y virus dañinos.

<b>Componentes</b>	<b>Características</b>
<b>Sustancia intercelular</b>	
Fibras reticulares	<p>Formadas a través de finos haces cubiertas de glucoproteínas.</p> <p>Redes fibrosas que sostienen las paredes de los vasos sanguíneos.</p> <p>Es producida por los fibroblastos.</p> <p>Se encuentran en las membranas basales, en tejido conjuntivo laxo y adiposo.</p>
Fibras de colágeno	<p>El colágeno es una proteína estructura que forma fibras.</p> <p>Proteína más abundante del cuerpo.</p> <p>Las fibras son flexibles, pero ofrecen gran resistencia a la tracción.</p> <p>Agrupadas en fascículos en los tejidos.</p> <p>Se encuentra en tendones, membrana del tímpano y ciertas fascias.</p>
Fibras elásticas	<p>Son de un diámetro más pequeño que las de colágeno.</p> <p>Se unen y ramifican formando una red dentro del tejido conectivo.</p> <p>Compuesta por proteínas elásticas rodeadas por fibrilina.</p> <p>Son fuertes, pero pueden estirarse hasta un 150% de su longitud basal sin romperse.</p> <p>Poseen elasticidad.</p> <p>Se encuentran en las arterias, piel y en algunos ligamentos.</p>
<b>Sustancia Fundamental</b>	
<b>Características</b>	<p>Componente intercelular del tejido conectivo.</p> <p>Contiene agua, ácido hialurónico, glucosaminoglucanos [GAG].</p> <p>Participa en la migración, proliferación e intercambios metabólicos.</p>

Elaboración propia con información extraída de Paoletti (2004); y Tortora y Derrickson (2006).

Campo (2020); Puttaswamaiah y Chandran (2007) mencionan que a fascia plantar es un estabilizador importante del arco longitudinal del pie y es propensa a cargas repetitivas excesivas en la inserción proximal, lo que lleva a fibrosis o degeneración, de ahí el uso común del término "fasciopatía plantar". Campo (2020) explica que este tejido tiene un papel muy importante en términos de propiedades biomecánicas del pie y su movilidad, en donde las fuerzas producidas por los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie son transmitidas por la fascia plantar, actúan a través de las articulaciones, contribuyendo de esta forma a la postura del pie.

**1.1.10 Fascitis plantar.** Domínguez, Leos y Arellano (2007) definen la fascitis plantar como el dolor en la zona inferior del talón que en su estadio crónico muestra cambios inflamatorios inespecíficos que pueden ser degenerativos con o sin proliferación fibroblástica. Alarcón et al, (2019) describe la talalgia como el dolor localizado en el talón que va desde el hueso calcáneo y a las partes blandas pericalcáneas.

Por otra parte, Artidiello et al, (2015) define como la inflamación del tejido denso que se origina en la parte anterior del tubérculo interno del calcáneo; debido a que esta pierde su propiedad elástica, lo que causa esto es rigidez y dolor. Además, Luffy et al, (2018) expone que es una degeneración a causa de microdesgarros repetitivos de la fascia que conducen a una reacción inflamatoria.

Sin embargo, Bartold (2004) describe en su estudio que la fascitis plantar fue definida en 1812 por Wood y que desde entonces se le ha atribuido distintos sobrenombres como talón del corredor, síndrome del espolón calcáneo, entesopatía del calcáneo, bursitis subcalcánea, dolor subcalcáneo, inserción de la fascia plantar, periostitis del calcáneo, calcaneodinia, neuritis, talalgia o fasciosis plantar.



**1.1.11 Factores etiológicos de la fascitis plantar.** Caeiro y Pacheco (2018) mencionan que la causa de la fascitis plantar es desconocida, pero se ha descrito que es multifactorial; además se produce con mayor frecuencia en personas que trabajan en bipedestación durante un tiempo prologando y en deportistas. El mismo autor menciona que la edad, los cambios degenerativos en el tejido adiposo, el peso, la reducción gradual en el contenido de colágeno y agua en el tejido fibroelástico, son causas frecuentes.

Por otro lado, Artidiello et al (2015) menciona factores como sobrecarga muscular, debilidad muscular, obesidad, calzado inapropiado, calentamiento insuficiente, entre otro. Igualmente, Bravo et al, (2008) describe que los pacientes que presentan pie plano y contractura del tendón producen que la fascia se tense y halla riesgo del crecimiento de un espolón; además, menciona que los pacientes que realizan movimientos violentos con los pies.

También, Córdova et al, (2017) indican que existen alteraciones anatómicas como el pie cavo, varo, valgo, equino, plano y cavo; pueden ser un factor de la FP. Belhan, Kaya, y Gurger (2019) indican que también se pueden encontrar causas sistémicas (artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, gota, espondilitis anquilosante y síndrome de Reiter).

Petraglia, Ramazzina, y Costantino (2017) clasifican y describen las causas en factores intrínsecos y extrínsecos, observar Tabla 5.

**Tabla 5.** Clasificación de factores de riesgo asociados a la fascitis plantar.

<b>Principales factores de riesgo</b>	<b>Causas</b>
<b>Intrínseco</b>	
Riesgo anatómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pie plano y cavo</li> <li>• Sobrepronación</li> <li>• Discrepancia en la longitud de las piernas</li> <li>• Torsión tibial lateral excesiva</li> <li>• Anteversión femoral excesiva</li> <li>• Sobrepeso</li> </ul>
Riesgo funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión de los músculos gastrocnemio y sóleo</li> <li>• Tensión del tendón de Aquiles</li> <li>• Gastrocnemio, sóleo y debilidad intrínseca de los músculos del pie</li> </ul>
Riesgo degenerativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envejecimiento de la almohadilla de grasa del talón</li> <li>• Atrofia de la almohadilla de grasa del talón</li> <li>• Rigidez de la fascia plantar</li> </ul>
<b>Extrínseco</b>	
Sobreutilización	Tensiones mecánicas y microdesgarro
Entrenamiento incorrecto	Un aumento demasiado rápido en la distancia, intensidad, duración o frecuencia de las actividades que implican una carga de impacto repetitiva de los pies.
Calzado inadecuado	Superficie mal amortiguada Reemplazo inapropiado de zapatos

Elaboración propia con información de Petraglia et al, (2017).

**1.1.11.1 Mecanismo de windlass.** De igual importancia, Córdova et al, (2017) y, Bolgla y Malone (2004) describen el mecanismo *windlass* fue descrito por primera vez por Hicks, el cual explica la forma en que la fascia plantar sostiene el pie durante las actividades de soporte de peso y tensiones biomecánicas colocadas en la fascia plantar; como el efecto que tiene la dorsiflexión de las falanges en el pie; debido a que las fuerzas verticales del peso corporal viajan hacia abajo a través de la tibia y tienden a aplanar el arco longitudinal medial.

Por otra parte, Hicks (1954) explica que, durante la marcha en la fase de propulsión del paso, la fascia plantar se enrolla la fascia plantar alrededor de la cabeza de los metatarsianos, lo que causa que se acorte la distancia entre el calcáneo y los metatarsianos lo cual hace elevar el arco longitudinal interno, adoptando esta posición llamada de bloqueo. Este acortamiento, resultante de la dorsiflexión de los dedos, especialmente del primer dedo, se define como el principio del mecanismo de *windlass* o de molinete.

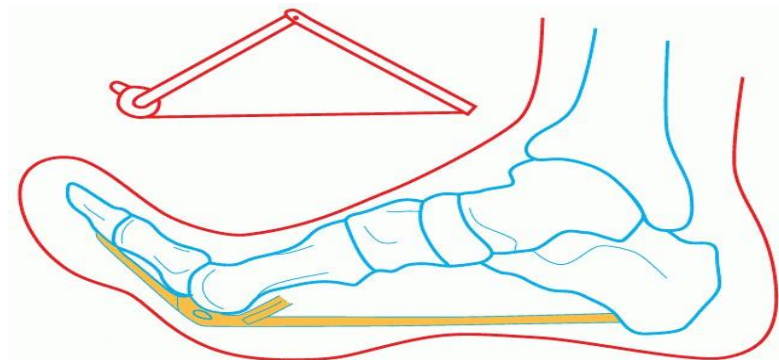
Así mismo, Fuller (2000) describe durante el efecto *windlass* provoca que todos los huesos próximos a la base del primer metatarsiano se muevan proximalmente, lo que da lugar a una dorsiflexión del astrágalo, más abducción sobre el calcáneo o lo que es lo mismo, una supinación subtalar. Y a nivel distal, hay un desplazamiento planta-proximal del primer metatarsiano; además que la pierna rota lateralmente. De igual forma, el autor menciona que la alta tensión en la fascia podría provocar un levantamiento perióstico en su inserción en el calcáneo, y la cicatrización ósea podría provocar el crecimiento del espolón que se observa en esta localización. (Observar Fig. 13)

Iglesias et al, (2022) describe que para comprobar que el mecanismo de *windlass* está intacto o no, se realiza el test de Jack (Observar Fig. 12), en donde la maniobra consiste en forzar el movimiento del dedo gordo del pie hacia la pierna estando de pie.



**Figura 12.** Test de Jack o maniobra de Hubscher

Fuente: Bayo (2015)



**Figura 13.** Mecanismo de windlass

Fuente: Docpods (2022)

**1.1.12 Fisiopatología.** Moreno et al, (2021) describe en su estudio que mediante estudio a través de la ecografía la fascia puede engrosarse; esto debido a la cronicidad de la enfermedad, lo que provoca en histológicamente la degeneración y necrosis del colágeno y destrucción del tejido fibroso, desorientación de las fibras, aumento de la sustancia fundamental mucoide, hiperplasia angiofibroblástica y calcificación; además los cambios hiperecogénicos que se observan en la fascitis plantar dan como resultado un edema de la fascia producida por los microdesgarros y la degeneración local; y en la fase aguda se observa a través de la ecografía hiperemia de la fascia y las partes blandas en el 40% de los pacientes.

También Orrego y Morán (2014) mencionan que la FP es un proceso inflamatorio degenerativo de la aponeurosis plantar a nivel de su inserción en el calcáneo. Sáenz et al, (2021) menciona que a través de una ecografía en la FP se puede evidenciar edema interfibrilar, los bordes fasciales convexos y la pérdida de definición de estos debido al edema perifascial, cambios hipoecogénicos que reflejan el edema de la fascia que se produce por los microdesgarros y la degeneración local.

Pascual et al, (2015) se observan cambios degenerativos del tejido adiposo en el talón, disminución progresiva de colágeno, agua y elasticidad de la aponeurosis plantar. De forma similar, Toledo (2021) describe que, en la histopatología de la FP no hay células inflamatorias en su fase aguda, pero se muestra tejido granuloso mixoide degeneración, microdesgarros y alteración de las fibras de colágeno en su espacio lineal, en donde el colágeno tipo I [mecánicamente eficiente] se reemplaza por colágeno tipo III, de menor mecánica funcionalidad [menos elasticidad].

**1.1.13 Epidemiología.** Se describe en el estudio de Tahririan et al, (2012) que 1 de cada 10 personas padecen de FP durante la vida; además, es más frecuente en mujeres obesas de mediana edad y atletas masculinos jóvenes. El mismo autor menciona que Cornwall y McPoil describen en sus informes que el 81-86% de los pacientes con FP tienen pronación excesiva; y de igual forma que los espolones óseos calcáneos se relacionan con la fascitis plantar en un 13%.

Por otra parte, Roxas (2005) explica que la FP frecuentemente es unilateral, pero hasta el 30 % de los casos tienen una presentación bilateral; también menciona que en los Estados Unidos más de dos millones de personas reciben tratamiento para la FP anualmente, representando el 11-15% de las visitas a profesionales relacionadas con el dolor de pie, siendo más específico estima que el 10% de la población de EE. UU experimenta dolor en el talón a lo largo de su vida.

Trojian y Tucker (2019) en su estudio mencionan que la FP está asociada con el deporte, principalmente en corredores recreativos y de élite, marcando una incidencia del 5-10%. Por otra parte, Toledo (2021) indica que suele presentarse la FP en pacientes con sobrepeso [46-76%].

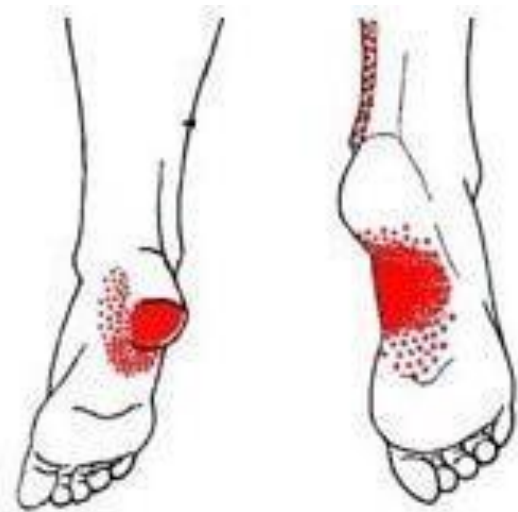
**1.1.14 Cuadro clínico.** Por lo general, la FP suele manifestarse por un dolor localizado en la planta del pie. En el estudio de Caeiro y Pacheco (2018) mencionan que la patología está caracterizada por el dolor y este aumentara con la presión, con la fase de despegue de la marcha, aumentara al estiramiento o incluso luego de un período corto de reposo.

Así mismo, Bravo et al, (2008) menciona que puede presentarse alteraciones en la marcha, dolor específicamente en el calcáneo que se agrava con el apoyo y que puede

irradiarse, pero se alivia al reposo; además menciona que puede acompañarse con inflamación de las bursas subcalcánea, preaquiliana y varias retroaquileanas.

De igual forma, Córdova et al, (2017); Puttaswamaiah y Chandran (2007) mencionan los siguientes síntomas:

- Dolor agudo en los primeros pasos de la mañana, esto debido a la rigidez que se da durante la noche; también se presente el dolor después de periodos de inactividad física, bipedestación prolongada o actividades que realicen descarga de peso en miembros inferiores (como correr, trotar, saltar, entre otros) [Observar Fig. 14].
- Dolor mejora en el reposo, fatiga tisular por el exceso de tracción.
- Inflamación en la tuberosidad medial del calcáneo.
- Parestesias [aunque no es muy frecuente, y es señal de otro diagnóstico].



**Figura 14.** Dolor plantar.

Fuente: Távara (2017)

### **1.1.15 Diagnóstico.**

*1.1.15.1 Diagnóstico fisioterapéutico (examen físico).* El diagnóstico de la FP se realiza a través de la clínica con la anamnesis y la exploración física. Mallor et al, (2021) mencionan que los pacientes al momento de presentar FP suelen caminar con el pie lesionado en posición equina evitando la presión sobre la zona donde hay dolor, haciendo referencia que es necesario evaluar la marcha, para valorar la respuesta funcional a la deambulación; y también es necesario evaluar la tensión del tendón de Aquiles ya que este puede ser un factor de riesgo.

Trojian y Tucker (2019) mencionan que, al realizar palpación paciente presentara sensibilidad en la inserción de la fascia plantar proximal en el calcáneo anteromedial [observar Fig. 15]; además, se puede palpar y observar la presencia de inflamación o atrofia. Así mismo, menciona que la prueba de Jack puede ser útil, siendo un resultado positivo es el dolor en el talón reproducido por la flexión dorsal forzada de los dedos de los pies en las articulaciones metatarsofalángicas con el tobillo estabilizado [observar Fig. 12]. El mismo autor menciona en el estudio que la prueba del molinete tiene una especificidad del 100% y una sensibilidad del 32%.

Por otra parte, García et al, (2018) mencionan que valorar la movilidad del pie y tobillo, debido que los pacientes con FP suelen presentar disminución de la flexión dorsal del pie relacionada a restricción de tejidos musculares o problemas articulares, siendo un factor predisponente en la patología; indicando que a través del test de *Silfverskiöld*, que consiste en una prueba en donde el paciente se encuentra decúbito supino, midiendo el grado de dorsiflexión del tobillo en dos posiciones (observar Fig.16), la primera con rodilla extendida [test positivo para restricción aislada de



gastrocnemios] y la segunda con rodilla flexionada [test positivo para restricción del complejo gastro-sóleo].



**Figura 15.** Región de dolor a la palpación

Fuente: Goff y Crawford (2011).



**Figura 16.** Test de Silfverskiöld

A) Dorsiflexión de tobillo con extensión de rodilla y B) con flexión de rodilla.

Fuente: García et al, (2018)

No hay una evaluación estandarizada para la valoración de la FP, pero para medir la presencia del dolor durante la realización de sus actividades normalmente se utiliza la escala visual análoga [EVA]. Por otra, parte Domínguez y Reina (2020) explican que existen índices o escalas que miden el dolor y funcionalidad del pie, indicando que la *Foot Function Index* [FFI] que mide el impacto del dolor en la funcionalidad; y el cuestionario de Manchester o *Foot Pain and Disability Schedule* [FPDS] valora el dolor del pie y la discapacidad.

**1.1.15.2 Diagnóstico a través de imágenes.** Como se menciona en muchos estudios, las imágenes ayudan a determinar un diagnóstico alternativo, ya que el dolor en la planta del pie puede ser relacionado a distintas patologías.

**1.1.15.2.1 Radiografía.** Goff y Crawford (2011); y Trojian y Tucker (2019) mencionan que la radiografía se utiliza para buscar lesiones óseas, en el caso de la FP se relaciona con el espolón calcáneo [observar Fig. 17], aunque no todos los pacientes con FP lo presentan.

**1.1.15.2.2 Resonancia magnética.** Goff y Crawford (2011) explican que, aunque costosa, es una herramienta valiosa para evaluar las causas del dolor de talón recalcitrante. Por otra parte, Tahririan et al, (2012) describe que puede usar en casos en donde falla el tratamiento conservador o se sospecha que tienen otras causas de dolor en el talón, como el síndrome del túnel tarsiano, los tejidos blandos y los tumores óseos, la osteomielitis, la artritis subtalar, la fractura por estrés. Permite evaluar el grado de degeneración de las fibras de colágeno de la fascia plantar, detectar edema o inflamación ósea en la zona de inserción. [Observar Fig. 18]

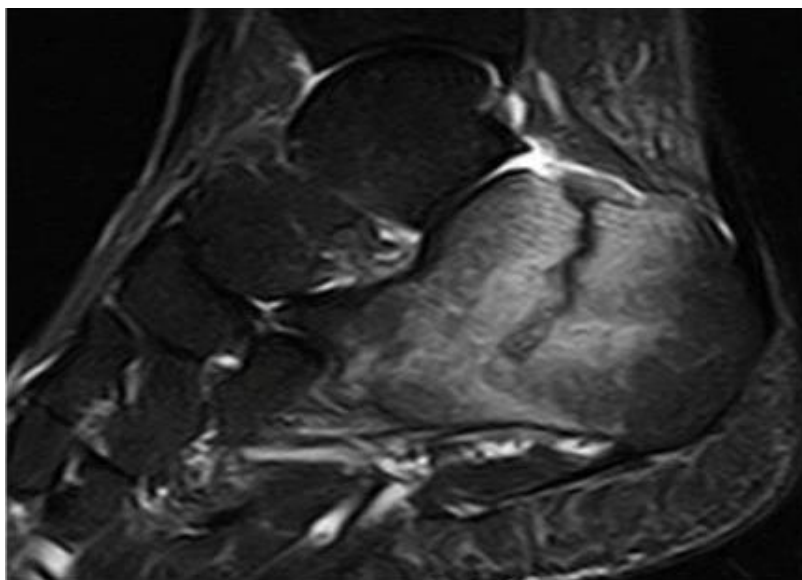


**Figura 17.** Radiografía de espolón calcáneo.

*Fuente: Policlínica Pablo Casado (2022)*

**1.1.15.2.3 Ecografía.** Tahririan et al, (2012) mencionan que normalmente se utiliza para observar el grosor normal de la fascia plantar, cuando se mide este varía en rango (media 2-3 mm). Explicando que los pacientes con FP pueden presentar engrosamiento con acumulación de líquido, y que los valores de grosor  $>4.0$  mm son diagnósticos de fascitis plantar. Además, Trojian y Tucker (2009) mencionan que es un método barato y útil para descartar la patología de los tejidos blandos del talón.

**1.1.15.3 Diagnóstico diferencial.** El dolor plantar o en el talón no siempre se relaciona a la FP, en donde la mayoría de los diferentes diagnósticos pueden excluirse después de una historia completa y un examen físico, en la Tabla 6 se describen los diferentes diagnósticos que pueden confundirse con la FP.



*Figura 18. Resonancia magnética de una fractura por estrés del calcáneo.*

*Fuente: Ballester (2015)*

*Tabla 6. Diagnósticos diferenciales del dolor plantar del talón.*

<b>Etiología</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Ruptura de la FP</b>	Estallido con dolor repentino, agudo. Equimosis proximal y puede ser palpable. [La resonancia magnética o ecografía confirman el diagnóstico].
<b>Síndrome de almohadilla de grasa</b>	Dolor en el centro del talón y no presenta dolor matutino. Atrofia de la almohadilla [común en pacientes de edad avanzada y diabéticos].
<b>Fractura por estrés calcánea</b>	Dolor en el talón, que se va agravando con las cargas repetitivas. Sensibilidad difusa en el talón. Dolor con soporte del peso.
<b>Tumor</b>	Dolor óseo profundo, nocturno, constante y presente sin soportar el peso y en el reposo.

<b>Etiología</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Bursitis calcánea</b>	Dolor quemante o palpitante de la región retrocalcánea. Hinchazón y eritema del talón posterior.
<b>Atrapamiento del nervio de Baxter</b>	Dolor en la parte medial y proximal del talón. Sin trastornos sensoriales
<b>Compresión del nervio calcáneo medial</b>	Dolor y ardor en la cara inferomedial del calcáneo.
<b>Síndrome del túnel tarsiano</b>	Parestesia en la cara plantar del pie.
<b>Espondiloartropatía</b>	Dolor e inflamación en el talón en la inserción del tendón de Aquiles.
<b>Fibroma plantar</b>	Nódulo en la superficie plantar de la porción media del pie.
<b>Tendinitis del Aquiles</b>	Dolor tobillo por posterior, a nivel de maléolo medial.

Elaboración propia con información de Goff y Crawford (2011); y Trojian y Tucker (2019)

**1.1.16 Tratamiento convencional de la fascitis plantar.** En el estudio de Trojian y Tucker (2019) describen que aproximadamente el 80% de los pacientes diagnosticados con FP mejoran dentro de los 12 meses con tratamiento no quirúrgico; además, menciona en su estudio que pacientes que realizan estiramientos de la fascia plantar el dolor mejoro en un 52% a las 8 semanas en comparación con un 22% a los que realizaron estiramientos del tendón de Aquiles, y los pacientes que realizaron un programan de entrenamiento tenían mejor pronóstico a los tres meses que el grupo de estiramiento.

Por otra parte, Sáenz et al, (2021) indica que el tratamiento convencional consiste en reposo de la actividad física, fisioterapia con ejercicios de estiramiento, calzado con suela de goma o silicona, hielo local y fármacos antiinflamatorios, colocación de vendaje funcional, e infiltración con corticoide local. Stuber y Kristmanson (2006) en su estudio menciona también la aplicación de ondas de choque, férulas nocturnas, terapia quiropráctica, educación del paciente y terapia manual como métodos conservadores.

**1.1.16.1 Intervención quirúrgica.** Yáñez et al, (2010) menciona que la intervención quirúrgica es una opción cuando el tratamiento conservador fracasa, mediante las técnicas quirúrgicas existe un 70 al 90% de resultados exitosos; este indica que se encuentra la cirugía a cielo abierto, cirugía endoscópica y cirugía percutánea [es la técnica con menor morbilidad y alto porcentaje de éxito].

## **1.2 Antecedentes Específicos**

**1.2.1 Historia de las ondas de choque.** La Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque [SETOC] en 2022; la *International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy* [ISMST] en 2022 y Serviat et al, (2015) describen la historia de las ondas de choque (OC):

- En la segunda guerra mundial se observaron las lesiones de los pulmones tras la explosión de las bombas. En donde por primera vez se apreciaron los efectos de las ondas de choque, aunque en ese momento no estaba claro el mecanismo real del daño tisular.

- Posteriormente, en 1966 el interés de las ondas de choque se ve lanzado por casualidad en unos experimentos realizados por la casa Dornier, en los impactos de proyectiles de alta velocidad. En 1970 en Alemania, Hausler y Kiefer, inician el camino de la desintegración de cálculos renales sin cirugía. Cuatro años más tarde, el departamento *Research and Science of Germany*, financia el programa de aplicación de ondas de choque extracorpóreas (*ESWL*).
- Así mismo, describen que en 1985 Richard Wolf realiza el primer tratamiento en vesícula biliar en Múnich. En ese mismo año se comienzan los primeros experimentos en hueso; estos estudios se realizan debido a la idea de que este tratamiento en riñón pueda dañar a la articulación de la cadera. Comprobándose que no hay efectos secundarios evidentes, comprueban la influencia en los osteoblastos.
- En 1988, se celebra el éxito del primer tratamiento de pseudoartrosis en Bochum, Alemania. Con relación al aparato locomotor, se crean grupos de profesionales que utilizan modelos experimentales y adaptados, donde transfieren el modelo urológico al aparato locomotor, como Valchou - Michailov 1988, primeros en tratamiento de pseudoartrosis; Rompe y Vogel 1990, estudian la efectividad de las ondas de choque en: epicondilitis y hombro.
- Más tarde, en 1998 en Turquía, se celebra el primer *European Society For Musculoskeletal Shockwave Therapy (ESMST)*, en donde se habla fundamentalmente de hombro, codo, fascia y retrasos de consolidación. Se

crea *ISMST*, de manera que el siguiente congreso es de la Sociedad Internacional, en Londres. En el año 1996, comienzan a trabajarse las ondas de choque en España.

- El Hospital de Asepeyo en 1998, es el primer centro en España que trata patología de unión ósea. En 1999, el segundo congreso de ESMST y también se inicia la ISMST, que se mantiene en la actualidad.
- La Sociedad Colombiana de Ondas de Choque en Medicina se inicia en 2003 como Capítulo Colombia de la ISMST. Simultáneamente, en ese mismo año, por primera vez a los médicos que utilizan Ondas de Choque en el Hospital de Asepeyo para intentar formar la primera Sociedad Española, pero es el 14 de febrero de 2011 es cuando se crea la nueva Sociedad Española de Tratamiento con Ondas de Choque (SETOC).

**1.2.2 Definición y principios físicos.** Las ondas de choque según BTL (2022) menciona que una onda de choque es una onda acústica que transmite energía importante a los puntos de dolor y tejidos fibrosos o musculoesqueléticos, con condiciones agudas, subagudas y crónicas donde la energía estimula los procesos de cicatrización, regeneración y reparación de tendones y tejidos blandos.

Gohurdett, Amador y Ruiz (2018) indican que este tipo de ondas presentan dos fases, una positiva [entre 50 – 80 MPa (megapascasles)] y otra negativa [amplitud menor de unos 10 MPa], teniendo cada una un efecto diferente sobre los tejidos. La presión positiva crece muy rápidamente desde la presión ambiente al pico máximo de la onda y luego cae para ser seguida por una corta fase de presión negativa.



Así mismo, Gohurdett et al, (2018); y SETOC (2022) explican que en la fase positiva se tiene un efecto directo, las ondas con alta presión golpean la interfase y puede desencadenar fenómenos de refracción, absorción, transmisión de energía y reflexión. En la fase de negativa, se genera cavitación en el tejido, que es la formación de burbujas que implotan con alta velocidad, estas implosiones generan nuevas ondas de choque secundarias.

SETOC (2022) refiere varios principios físicos de las ondas de choque en las cuales podemos encontrar parámetros acústicos, generados de ondas de choque y efectos mecánicos de las ondas de choque.

- Parámetros acústicos se encuentra el sonido, la forma de la onda, frecuencia, tipo de onda, el foco y la densidad de flujo energético.
  - El sonido son ondas mecánicas, elásticas, longitudinales u ondas de presión.
  - La forma de la onda simple de sonido es una secuencia sinusoidal de fases de presión positiva y negativa.
  - Frecuencia elevada por encima del espectro audible para el oído humano es de 16.000 - 20000 Hz se denomina ultrasonido.
  - La onda de choque es una onda acústica o sónica que se eleva por encima de la presión atmosférica en nanosegundos, alcanzando una presión de 100 Mpa. En medicina se utilizan ondas de presión con un rango de 10 –100 megapascales (Mpa).
  - El foco se define como la localización del máximo pico de presión acústica positiva.

- Densidad de flujo energético (ED) es la máxima cantidad de energía acústica transmitida a un área de  $1\text{mm}^2$  por pulso y se mide en milijulios.
- Efectos mecánicos de las ondas de choque, debido a las distintas resistencias que ofrecen los tejidos del cuerpo humano al paso de las ondas de choque, denominada impedancia sónica.

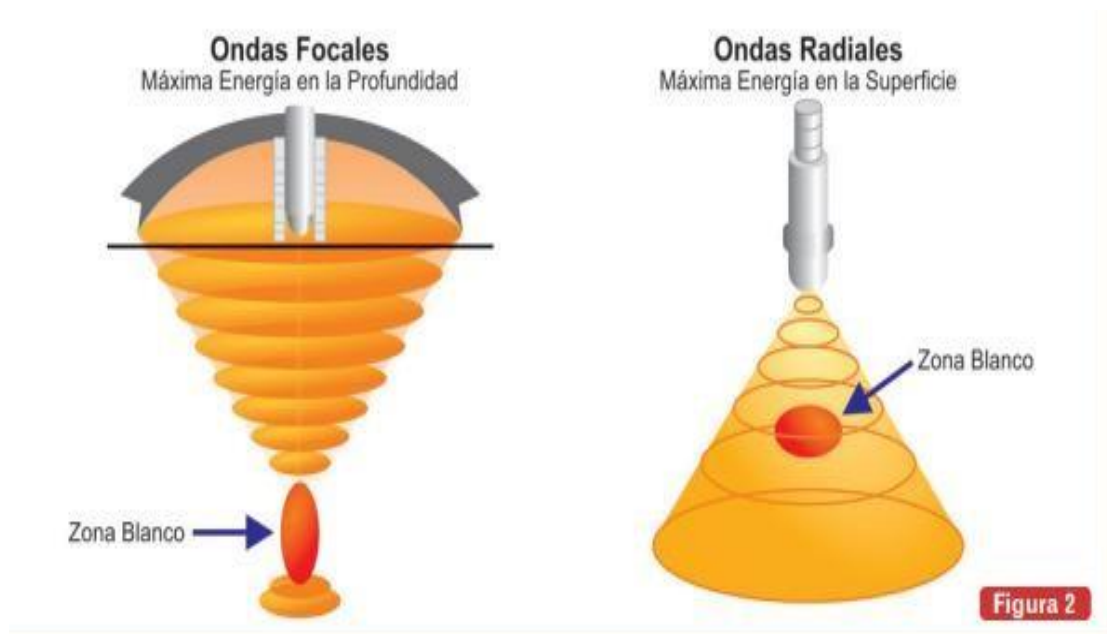
**1.2.3 Tipos de ondas de choque.** BTL (2022) menciona que se clasifican en radiales o focales.

**1.2.3.1 Ondas de choque radiales.** Se emiten a través de un mecanismo neumático: el aire comprimido dispara un proyectil, que golpea una herramienta de metal llamada transmisor. En donde este impacto emite una onda que se transmite radialmente y disipando su intensidad a medida que atraviesa las diferentes capas de tejido. [Observar Fig. 19]

Se caracteriza por un sonido fuerte audible, su propagación es divergente, que va hacia adelante y se disipa a los lados causando un efecto superficial, genera menos energía a diferencia de las OC focales. Esta es aplicada por fisioterapeutas y auxiliares en fisioterapia. Por otra parte, Tutté (2016) menciona que poseen un efecto más superficial, alcanzando de 3 a 3.5 cm de profundidad; también suelen llamarlas balísticas o neumáticas, y se mide en Bares.

**1.2.3.2 Ondas de choque focales.** Se pueden generar a través de cuatro mecanismos: electrohidráulico, piezoeléctrico, electromagnético y electroacústica. Estas se caracterizan por un sonido débil audible, siendo su efecto profundo en un

punto fijo sobrepasando el tejido hasta llegar al hueso, debido a esto su función es romper calcificaciones y en urología el desprendimiento de los cálculos renales, debido a su alta intensidad. Su aplicación es por personal especializado al ser invasivas y su mala aplicación puede causar daños severos al paciente. Además, menciona Tutté (2016) que alcanza una profundidad de hasta 15cm; pueden ser alta y baja energía y se miden en minijoules/mm<sup>2</sup>. [Observar Fig. 19]

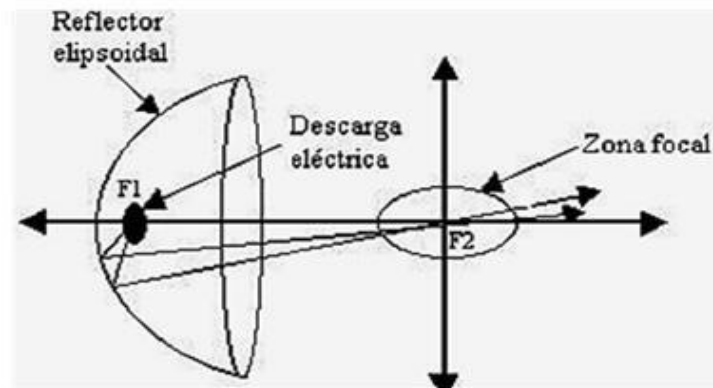


*Figura 19. Tipos de ondas de choque.*

*Fuente: Tutté (2016)*

**1.2.4 Mecanismos generadores de las ondas.** En los estudios de Moya (2002); Tutté (2016); SETOC (2022); que existen varios mecanismos de generador de las ondas, describiendo el mecanismo electrohidráulico, electromagnético y piezoeléctrico.

**1.2.4.1 Generador electrohidráulico.** Los impulsos eléctricos son generados por bobinas colocadas en un medio acuoso y después es convertido en ondas de choque de alta energía que son reflejadas a través de un reflector parabólico [observar Fig. 20]. Es el más eficaz, ya que las ondas generadas provocan mayor capacidad de penetración en los tejidos. Este presenta una bujía eléctrica contenida en un medio acuoso, por donde pasa una corriente eléctrica de alto voltaje, generando una burbuja de plasma que se extiende de manera esférica y luego genera la onda de choque.



*Figura 20. Generador electrohidráulico.*

*Fuente: SETOC (2022)*

**1.2.4.2 Generador electromagnético.** Se da a través de bobinas eléctricas que crean fuertes campos magnéticos [observar Fig. 21]. Estas fuerzas electromagnéticas generan un pulso lento de baja presión que es enfocado por una lente acústica que dirige la onda de choque al sitio de aplicación en el tejido diana. Este se genera a través de una bobina eléctrica plana o cilíndrica; y emite dos campos magnéticos de distintas polaridades.

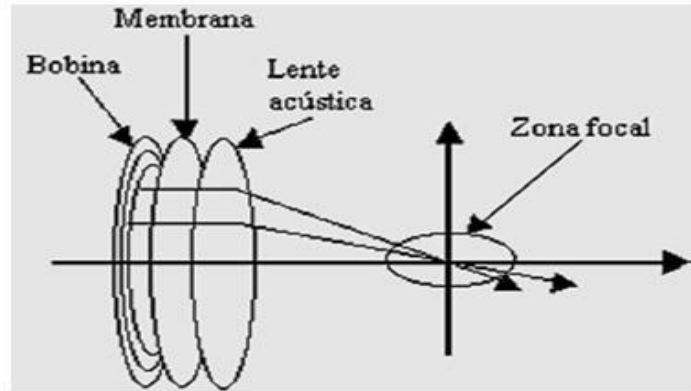


Figura 21. Generador electromagnético.

Fuente: SETOC, (2022)

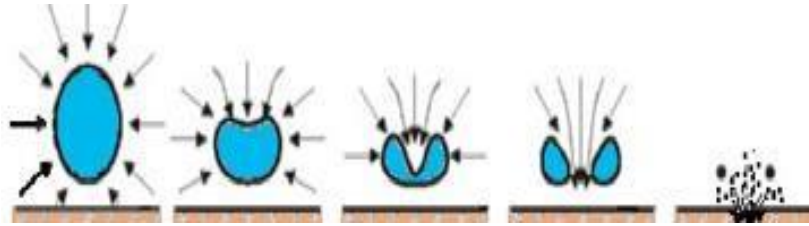
**1.2.4.3 Generador piezoeléctrico.** En este tipo de generadores, el impulso eléctrico se convierte en una onda de choque de alta energía al chocar con una placa cerámica conductora, que se contraen y se expanden, formando el efecto piezoeléctrico. Se da a través de varios cientos de piezoelementos a través de la oscilación de cristales de cuarzo, generando ondas esféricas.

## 1.2.5 Fenómenos provocados por las ondas de choque

**1.2.5.1 Fenómeno de cavitación.** Se define como la formación y movimiento de burbujas gaseosas debido al efecto de las variaciones de la presión dentro de un fluido [observar Fig. 22]. Así mismo, Moya (2002) menciona que es un considerado efecto indirecto o secundario de la onda de choque. Después de un tiempo determinado las burbujas colapsan o implosionan en forma descontrolada, generando ondas de choque secundarias.

Lo que provoca la formación de las burbujas es que al estallar liberan energía responsable de la rotura de los depósitos cálcicos y del desarrollo de microtraumatismo que estimulan la formación del callo óseo, con neovascularización y modifica la

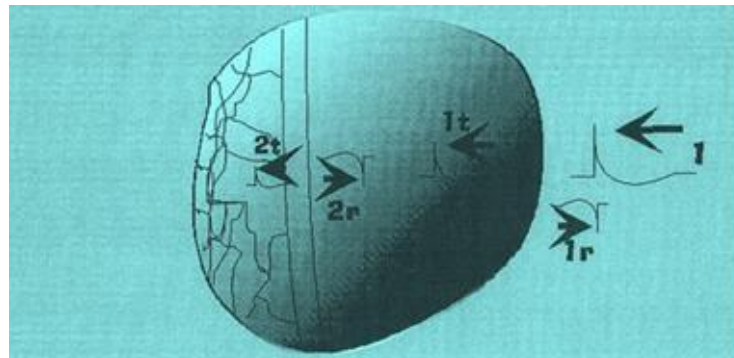
tensión de las fibras colágenas con cambios en su permeabilidad favoreciendo el metabolismo de este tejido, esto según Alguacil, Gómez y Miangolarra (2002).



*Figura 22. Ciclo de formación de la cavitación.*

*Fuente: Predictiva21 (2021)*

**1.2.5.2 Fenómeno de Hopkins.** La SETOC (2022) describe que en una calcificación el efecto destructivo se inicia en la parte contraria a la zona de entrada de la onda, donde las fuerzas tensiles sobrepasan la resistencia del material. Igualmente, Español (2015) explica el efecto como cuando una onda de presión llega de un tejido a otro con una impedancia mayor que la del primero, donde parte de la energía se transmite y otra parte de la energía se refleja, chocando con la onda siguiente que viene en sentido contrario, observar Figura 23.



*Figura 23. Fenómeno de Hopkins.*

*Fuente: SETOC (2022)*

**1.2.6 Efectos fisiológicos de las OC.** Wang et al, (2019) menciona que las OC son ondas acústicas y producen un aumento repentino de la presión en donde el flujo de energía se puede concentrar en un área pequeña. El mismo autor indica que el mecanismo específico de la OC sigue sin estar claro y se describe que puede inducir la excitabilidad del axón y destruir las fibras sensoriales amielínicas para producir un efecto analgésico. Sin embargo, Sun et al, (2017) explica que puede estimular la neovascularización y la síntesis de colágeno en los tejidos degenerativos.

Por otra parte, Fraile (2019) y Agostini et al, (2022) describen que se basa en la estimulación de la cicatrización de tejidos blandos mediante hiperemia local, neovascularización, reducción de la calcificación, inhibición de los receptores del dolor al actuar sobre los niveles de sustancia P y denervación para lograr el alivio del dolor y la curación persistente de los procesos crónicos.

**1.2.7 Indicaciones, contraindicaciones y efectos secundarios.** La SETOC (2022); Ortega (2016); Moya (2002); Alguacil et al, (2002); y Español (2015) indican que las OC se han investigado y se encuentra que entre las indicaciones más relevantes son en patologías inflamatorias, calcificaciones, patologías de partes blandas, entre otras. Y en contraindicaciones mencionan que en la ortopedia las OC son una técnica segura si está bien indicada y aplicada. Además, es una técnica que presenta escasos efectos secundarios, esto según explican debido porque es un tratamiento no invasivo, sin anestesia y repetible. [Observar Tabla 7]

**Tabla 7.** *Indicaciones, contraindicaciones y efectos secundarios de las OC.*

<b>Indicaciones</b>	<b>Contraindicaciones</b>	<b>Efectos secundarios</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patologías tendinosas</li> <li>• Espolón calcáneo</li> <li>• Fascitis plantar</li> <li>• Bursitis de cadera</li> <li>• Retardo en la consolidación ósea</li> <li>• Pseudoartrosis</li> <li>• Puntos dolorosos miofasciales</li> <li>• Espasticidad</li> <li>• Síndrome del túnel carpiano</li> <li>• Lumbalgia y dorsalgias</li> <li>• Pubalgias</li> <li>• Aquilodinia</li> <li>• Dedo en gatillo</li> <li>• Fibromatosis plantar</li> <li>• Artrosis</li> <li>• Disfunción eréctil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarazo</li> <li>• Marcapaso</li> <li>• Epilepsia</li> <li>• Infecciones agudas de los tejidos blandos</li> <li>• Procesos tumorales</li> <li>• Actuación en tejido pulmonar, parenquimatoso, vasos, cráneo.</li> <li>• Coagulopatías severas</li> <li>• Cartílago de crecimiento epifisiario</li> <li>• Artritis reumatoide activa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrojecimiento cutáneo o eritema</li> <li>• Petequias subcutáneas</li> <li>• Dolor durante la aplicación</li> <li>• Parestesia e hipoestesia en la zona tratada</li> <li>• Síndrome Vasovaga: presenta sudoración fría, mareo, náuseas, malestar general, hipotensión, síncope con pérdida de la conciencia.</li> </ul>

Elaboración propia con información extraída de SETOC (2022); Ortega (2016); Moya (2002); Alguacil et al, (2002); y Español (2015).



## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

El presente estudio describe los diferentes aspectos tanto fisiológicos, anatómicos y datos epidemiológicos como tasa de incidencia, porcentajes mundiales y nacionales, para exponer sobre la idea central de la investigación, dando a conocer como la fascitis plantar influye en la población y es un problema de salud, además detalla cómo las ondas de choque son una de las técnicas con mayores beneficios para tratar la fascitis plantar.

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

La talalgia se define como la percepción de dolor localizado en el talón que anatómicamente corresponde al hueso calcáneo y a las partes blandas pericalcáneas según mencionan Alarcón et al, (2019). También en el estudio de Artidiello et al, (2015) mencionan que la fasciosis o fascitis plantar [FP] es un proceso degenerativo que afecta al 10% de la población a lo largo de su vida. Mencionado que en mujeres se da en la mediana edad a consecuencia de la degeneración del colágeno, atrofia de la almohadilla grasa, de una mayor debilidad de la musculatura intrínseca del pie y de menor poder de curación del cuerpo.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la fascitis plantar es uno de los motivos de consulta más frecuentes en los servicios de traumatología y rehabilitación, y es un problema que afecta a un gran porcentaje de la población. Esta incidencia se ha reportado en aproximadamente el 10% de los casos que van desde dolor leve a crónico en la planta del pie y el talón, y se presenta en pacientes mayores de 18 años, particularmente deportistas de élite que son los más afectados y ancianos por aumento de las actividades de la vida diaria y la jornada laboral, que se caracteriza por presentar dolor y limitaciones funcionales como la bipedestación y la marcha diaria (Torrijos y Abián, 2009).

Frailé (2019) menciona que la fascitis plantar es un trastorno común del pie que afecta a 1 de cada 10 personas de entre 40 y 60 años, exponiendo que afecta la actividad diaria especialmente deportistas, personas con sobrepeso, personas que pasan mucho tiempo en bipedestación. También Palacín et al, (2021) mencionan que ocurre principalmente cuando se somete a un estrés repetitivo al talón, sobre todo cuando se camina o corre sobre terrenos o superficies duras, porque provocan un continuo golpeteo sobre la fascia, provocando un microtraumatismo que dará paso a una inflamación en el talón y posteriormente el dolor.

Por otro lado, Domínguez et al, (2007) mencionan que la mayoría de los estudios indican que la fascitis plantar crónica está asociada con alteraciones biomecánicas como el pie cavo 25% o pie plano 46%; ambos con pronación de retropié [71%] y contractura del tríceps sural [89%]. También describen que los factores de riesgo asociados son la obesidad o sobrepeso en un 75% [con IMC > a 27]; marcha en superficies duras, ocupaciones que involucran la bipedestación por tiempo prolongado, actividades de estrés repetitivo, así como las características del zapato y el uso de tacón alto.

Según Córdova et al, (2017) refieren que la fascitis plantar suele presentarse en atletas y corredores, aunque también aparece en la población general, afectando aproximadamente a un 10% en ambos casos. Karagounis et al, (2011) indican que la FP se presenta en la población adulta de todas las edades tanto activa como sedentaria, siendo la causa del 25% de las lesiones en el pie de los corredores. Así mismo, en el estudio de Petraglia, Ramazzina y Costantino (2017) mencionan que la incidencia de FP en corredores oscila entre el 4,5 y el 10 %, y representando la tercera experiencia más frecuente de lesiones musculoesqueléticas relacionadas con la carrera; las lesiones relacionadas con la carrera de novatos mencionan que la FP representa alrededor del 5%; y en atletas corredores de ultramaratón tiene una incidencia de alrededor del 11%.

Por otra parte, Irving et al, (2008) exponen que el dolor puede ser severo, dando como resultado la alteración de las actividades diarias, también puede presentar dolor en el talón al dar los primeros pasos por la mañana. Indican que las personas con dolor plantar experimentan mayores limitaciones a la hora de realizar una amplia gama de actividades funcionales de carga de peso, tienen mayores dificultades para conseguir un calzado adecuado y pérdida de la movilidad.

También Bartold (2004) menciona en su estudio que el paciente puede llegar a presentar dolor que se localiza en la zona posteromedial de talón y el tobillo irradiándose distalmente, percibiendo la sensación de quemazón o de descarga eléctrica a lo largo del trayecto del nervio. Suele presentarse con malestar al levantarse por la mañana y que disminuye gradualmente al caminar, empeorando durante los primeros pasos después de periodos de reposo prolongados o con el aumento de la intensidad de la actividad, al colocarse de puntillas, subir las escaleras, al caminar descalzo, incluso cuando mantiene una actividad intensa el

dolor se intensificará al final del día y puede llegar a experimentarse durante la actividad en procesos de largos periodos de tiempo. Asimismo, Parra (2014) describe que el dolor es descrito como palpitante, intenso o punzante, que suele llegar a producir marchas antiálgicas en el paciente, intentando caminar apoyando el peso en el borde externo del pie.

Se ha observado que para el tratamiento de la fascitis plantar existen distintas técnicas que mejoran de manera considerable esta patología, pero se ha evidenciado que las ondas de choque proporcionan una mejoría de la sintomatología tanto en de forma funcional y en el alivio del dolor. La terapia de ondas de choque (OC) es una solución no invasiva para muchas lesiones. Utilizada para tratar daños agudos y crónicos en los tejidos blandos del cuerpo, músculos, tendones, ligamentos y fascias. Por lo anteriormente analizado se propone la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años?

## **2.2 Justificación**

La presente investigación tiene como objetivo indagar los distintos efectos que tiene las ondas de choque como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes mayores de 18 años. Mokhtarian et al (2018), esta terapia se utiliza como una alternativa debido a su carácter no invasivo, rápido tiempo de recuperación y comodidad para la vida diaria del paciente. Según menciona recientemente, la terapia de ondas de choque ha sido aprobada por la FDA y recomendada para el tratamiento de la fascitis plantar en pacientes que no responden al tratamiento conservador.

Según la Secretaría de Salud de México (2017) la fascitis plantar es la inflamación del tejido grueso en la parte inferior o planta del pie. Mencionando también que en México el 30% de la población padece fascitis plantar; y se presenta en hombres y en mujeres, principalmente adultos jóvenes que comienzan a practicar ejercicio, así como a partir de los 45 años. También, Martín et al, (2019) mencionan que 1 de cada 3 personas mayores de 65 años presenta dolor en el tubérculo de inserción del calcáneo. En Estados Unidos (EE. UU.) suponen entre el 10 y el 15% de todos los pacientes con dolor en el pie que necesitan atención médica, produciéndose entre 600.000 y 2.000.000 de casos anuales.

Mokhtarian et al, (2018) mencionan que el tratamiento que comúnmente se realiza para tratar la fascitis plantar es un tratamiento conservador, como medicamentos antiinflamatorios, férulas, aparatos ortopédicos, inyecciones de corticosteroides y fisioterapia. La fasciotomía plantar parcial o completa, es el método quirúrgico elegido usualmente para tratar los casos crónicos. Aunque se ha descrito que tiene una tasa de éxitos aceptable, varios trabajos han demostrado que menos del 50% de los pacientes quedaron satisfechos tras la cirugía, y que muchos pacientes seguían mostrando limitaciones funcionales.

Hocaoglu et al, (2017) indican que tanto la terapia de OC radial como la terapia con inyecciones de corticosteroides son modalidades efectivas para el tratamiento de la fascitis plantar crónica, pero la OC radial tiene mayor eficacia que la terapia de corticosteroides debido a su mayor duración de acción. Por otra parte, Ulusoy, Cerrahoglu, y Orguc (2017) mencionan que en el estudio de Aqi et al, comparan el efecto del tratamiento de OC con el placebo para la fascitis plantar crónica e indican la reducción de más del 60% del dolor.

Así mismo, Henney (2000) menciona que *The Food and Drug Administration* [FDA] ha aprobado el uso de las ondas de choque para el tratamiento de la fascitis plantar. La Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque [SETOC] en 2022, menciona que las ondas de choque provocan una respuesta biológica en el tejido tratado a través de un proceso llamado mecanotransducción, el estímulo mecánico de las ondas de choque genera una respuesta biológica en donde el núcleo de las células se activa y se inicia la síntesis de proteínas encargadas de los procesos de regeneración tisular o factores de crecimiento.

En el estudio de Toomey (2009) se describe que del 90% de los pacientes se curan con tratamiento no quirúrgico, ya que requiere de 6 a 12 meses de tratamiento, mencionando que la terapia de onda de choque extracorpórea un tratamiento no invasivo con una tasa de éxito comparable a la cirugía y una tasa de complicaciones baja, con tiempo de recuperación corto. Vaamonde et al, (2018) describe que el tratamiento de la FP con ondas de choque reduce el dolor desde la primera sesión y los pacientes mantienen una percepción subjetiva de la mejoría mantenida a los 6 meses post-tratamiento.

Mokhtarian et al, (2018) refiere que las OC son una nueva modalidad terapéutica no invasiva con buena eficacia y seguridad en el tratamiento, en donde las tasas de complicaciones son bajas e insignificantes. Induce una cascada de respuestas biológicas y cambios moleculares, incluida la formación de nuevos vasos sanguíneos y la regulación de factores de crecimiento angiogénicos que conducen a un mejor suministro de sangre y regeneración de tejidos. Así mismo, Leão et al, (2020), menciona que la terapia de ondas de choque es una alternativa a los tratamientos no quirúrgicos que tiene una mejora significativa en el parámetro de dolor, función y calidad de vida.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo general.**

Distinguir los efectos terapéuticos de las ondas de choques como tratamiento de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años.

### **2.3.2 Objetivos específicos.**

- Identificar los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento para reducir la sintomatología de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años.
- Describir la dosificación de las ondas de choque más utilizada como tratamiento fisioterapéutico para las alteraciones estructurales de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años.
- Definir en qué fase de la fascitis plantar las ondas de choque generan mejores efectos terapéuticos sobre la sintomatología en pacientes de 18 a 30 años.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**

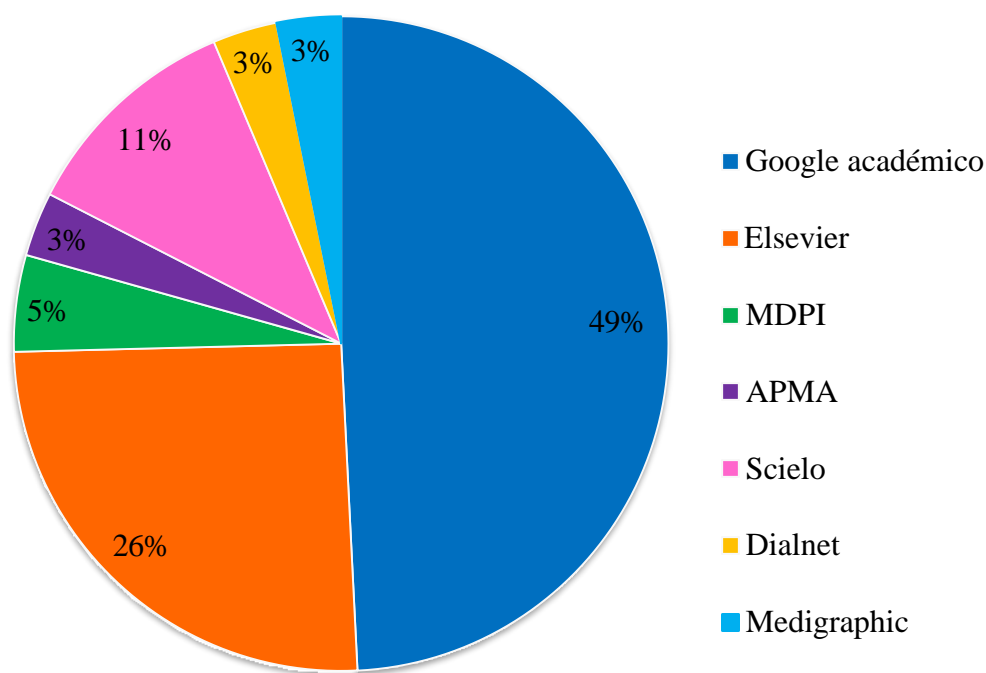
En este capítulo se estará describiendo las técnicas y procedimientos para resolver la pregunta de investigación. Mencionando los métodos utilizados para analizar la problemática planteada en la investigación, como métodos utilizados, enfoque la investigación, tipo de investigación, diseño de la investigación, enlizar los criterios de selección, describir las variables.

#### **3.1 Materiales**

Para la presente investigación se toma en cuenta artículos científicos de las siguientes bases de datos: Elsevier, PubMed, Mediagraphic, Scielo, Google académico, Dialnet, PEDro, MDPI y APMA [observar Fig. 24]. Además, se incluyen Tesis doctorales, de maestría y de pregrado, de diferentes universidades de Latinoamérica y páginas web de fuentes oficiales. Esto brinda información acerca de datos sobre la fisiopatología, etiología, sintomatología y epidemiología de la fascitis plantar y el tratamiento para la patología.



Los recursos bibliográficos a tomar en cuenta para este trabajo incluyen libros sobre ondas de choque, anatomía del pie y tobillo, biomecánica, fisiología articular, fisiopatología de la fascitis plantar, factores de riesgo, etiología y cuadro clínico.



**Figura 24.** Gráfica base de datos  
(Elaboración propia)

La recolección de información y evidencia científica se realiza a partir de la búsqueda de las siguientes palabras: fascitis plantar *AND* ondas de choque *OR Shockwave therapy AND plantar fascitis OR* talalgias.

## 3.2 Métodos

**3.2.1 Enfoque de investigación.** La presente investigación posee un enfoque cualitativo. Bonilla y Rodríguez (2005) mencionan que la investigación cualitativa es ideográfica debido a que busca nociones, ideas compartidas que dan sentido al comportamiento social, siendo el objetivo profundizar en el fenómeno y no generalizarlo; cualificar y describir el fenómeno social a partir de los rasgos determinantes. Según Bernal (2010) busca entender una situación social como un todo, teniendo en cuenta sus propiedades y su dinámica, partiendo de cuerpos teóricos, conceptualizando sobre la realidad en base a información obtenida de la población.

Este estudio es cualitativo debido a que las variables de estudio han sido investigadas de fuentes primarias con base a la técnica de recolección de información a través de palabras claves, con un fin de poder describirlas en el contexto, comprender su relación y realizar un análisis interpretativo de las variables tanto dependiente que es la fascitis plantar y la variable independiente que son las ondas de choque.

**3.2.2 Tipo de estudio.** La presente investigación se considera de tipo descriptivo. Este tipo de investigación según menciona Bernal (2010) se narran, muestran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio; pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos, etc. Con la capacidad para seleccionar características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, clases o categorías del objeto.

Esta investigación es de tipo descriptivo dado que a través de la revisión documental se obtendrá la descripción de los componentes anatómicos, biomecánica y

fisiología de la fascitis plantar. Además, de enumeras sus conceptos como la definición de las ondas de choque para la mejor comprensión del tema de estudio.

**3.2.3 Método de estudio.** La presente investigación se desarrolla con base en el método de análisis y síntesis, no se consideró otro método de estudio. Bernal (2010) define al método analítico-sintético como un estudio de los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para luego estudiarla en forma individual (análisis), y luego se integran esas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis).

Por otra parte, Quesada y Medina (2020) mencionan que este tipo de estudio tiene una gran utilidad para la búsqueda y proceso de la información empírica, metodológica y teórica. A través del análisis posibilita la búsqueda de lo que es esencial en relación con el problema de estudio, resolviendo una cuestión compleja en sus elementos simples, a través de la indagación de lo universal a lo individual; mientras que a través de la síntesis contribuye a la solución del problema científico simplificando, producida sobre la base de los resultados alcanzados previamente en el análisis que permite descubrir relaciones y características generales entre los elementos.

**3.2.4 Diseño de investigación.** La presente investigación se desarrolla con base al diseño de investigación no experimental y de corte transversal. Hernández, Fernández y Del Pilar (2010) definen a la investigación no experimental como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes; observando fenómenos tal como se dan en su contexto natural, sin intervenir en su desarrollo, para posteriormente analizarlos.

Álvarez y Delgado (2015) describen que el investigador no desempeña un papel activo, sino observa el efecto de una variable sobre un resultado, donde la exposición y el evento son registrados simultáneamente; en un tiempo determinado, en una población y enfermedad específica. Hernández et al, (2010) también mencionan que el diseño transversal se recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único, donde su objetivo es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un tiempo determinado.

Se pretende un diseño de investigación que permita recuperar datos ya existentes de las variables consideradas, sin manipular las mismas. Y se considera de corte transversal debido que se tiene una fecha de inicio y una fecha de finalización, ajustado al calendario académico, la revisión bibliográfica que consiste en ambas variables de investigación.

**3.2.5 Criterios de selección.** Arias, Villasís y Miranda (2016) describen que los criterios de selección son la especificación de los criterios que debe cumplir los participantes o la investigación, describiendo las características que debe de tener. Castiglia (2000); Arias et al, (2016) describen a los criterios de inclusión como el conjunto de las principales características que están relacionadas con el problema para que sea parte de la investigación como la edad, sexo, tipo específico de enfermedad, antigüedad de los artículos, etc. Así mismo, describen a los criterios de exclusión como los aplicados al grupo de candidatos a participar del proyecto, mencionando a las condiciones o características que presentan los participantes y los cuales pueden alterar o modificar los resultados.

**Tabla 8.** Criterios de selección

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos indexados y no indexados, provenientes de fuentes con respaldo científico.</li><li>• Libros que describan la anatomía y biomecánica del pie y tobillo.</li><li>• Artículos y libros en inglés, español y/o portugués</li><li>• Artículos que hablen sobre la fascitis plantar y la aplicación de las ondas de choque como tratamiento.</li><li>• Artículos que hablen sobre la epidemiología y fisiopatología de la fascitis plantar.</li><li>• Páginas web oficiales o de organizaciones.</li><li>• Literatura gris que incluya la fascitis plantar o las ondas de choque.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Información que no provenga de fuentes con respaldo científico.</li><li>• Artículos mayores a 5 años de antigüedad.</li><li>• Artículos que científicos donde la población de estudio no tenga las edades de 18 a 30 años con fascitis plantar tratada con ondas de choque.</li><li>• Artículos que no estén en inglés, español, portugués.</li><li>• Artículos que hablen de la aplicación de las ondas de choque en otras patologías.</li></ul>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Variables

Hernández et al, (2010) definen que una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. Adquiriendo un valor para la investigación científica cuando se relacionan con otras variables, si estas forman parte una hipótesis o teoría.

**3.3.1 Variable independiente.** Bernal (2014) denomina a la variable independiente a todo hecho, situación, aspecto, rasgo, etc., que se considera como “la causa de” en una relación entre variables. Hernández et al, (2010) la consideran como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente. En esta revisión bibliográfica se considera como variable independiente a la técnica de las ondas de choque.

**3.3.2 Variable dependiente.** Hernández et al, (2010) la variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella. Bernal (2010) menciona que es el resultado o efecto producido por la acción de la variable independiente. En esta revisión bibliográfica se considera como variable dependiente a la fascitis plantar.

**3.3.3 Operacionalización de las variables.** Medina (2014) lo denomina un proceso mediante el cual se transforma una variable teórica compleja en variables empíricas, directamente observables, con la finalidad de que puedan ser medidas; para que esta pueda traducir la variable teórica en propiedades medibles y observables, desde lo general a lo singular. Así mismo, Hernández et al, (2010) definen como se fundamenta en la definición conceptual y operacional de la variable.

*Tabla 9.* Operacionalización de las variables

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Fuente</b>
<b>Independiente</b>	Ondas de choque	Onda acústica que transporta gran energía hasta los puntos dolorosos y tejidos fibrosos o musculoesqueléticos, con condiciones subagudas, subcrónicas y crónicas.	Producción de una cantidad suficiente de colágeno es una condición previa necesaria para los procesos de reparación de las estructuras dañadas musculoesqueléticas y de ligamentos.	BTL (2022)

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Fuente</b>
<b>Dependiente</b>	Fascitis plantar (FP)	Es la inflamación del tejido denso que ocupa la parte anterior del tubérculo interno del calcáneo.	Limitaciones de las actividades de la vida diaria, dolor matutino, limitación funcional en la marcha. Las ondas de choque proporcionan una mejoría de la sintomatología tanto en de forma funcional y en el alivio del dolor.	Sun et al, (2017)

Fuente: Elaboración propia.

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

En el capítulo se presentarán los resultados de la investigación a través de artículos científicos que responderán a la pregunta de investigación y los objetivos, generales y particulares que fueron desarrollados en el capítulo II. Se estará presentando los datos referentes a los efectos de las ondas de choque, dosificación y las variables que fueron investigadas en los artículos.

#### **4.1 Resultados**

Se ejecuta una revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento para la fascitis plantar a través de la recolección de datos. Buscando un respaldo científico para la aplicación del tratamiento en pacientes de 18 a 30 años que padecen fascitis plantar, que hayan sido tratadas con anterioridad o no, o que se compare con otras técnicas.



<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<b>Primer objetivo.</b> Efectos terapéuticos de las ondas de choque como tratamiento para reducir la sintomatología de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 año.			
<b>Xu, et al. (2019)</b> <i>Comparación entre extracorpórea terapia de ondas de choque y local inyección de corticosteroides para la fascitis plantar.</i>	Estudio prospectivo aleatorizado en bloques. Comparó en total 96 pacientes con fascitis plantar divididos en 49 pacientes tratados con OC Y 47 pacientes tratados con inyección local de corticosteroides (LCI) desde enero de 2017 hasta diciembre de 2018 que fueron seguidos durante 6 meses. Los resultados evaluados fueron en ambos grupos el dolor promedio dolor del primer paso, el grosos de la fascia plantar y el índice de función del pie. Criterios de inclusión fueron pacientes mayores de 18 años,	En el tratamiento ambos grupos, recibieron terapias adyuvantes de la FP incluyendo la dorsiflexión pasiva de los dedos de los pies y estiramiento del gastrocnemio dos veces al día durante 1 mes; también todos los pacientes tenían que evitar el uso de medicamento antiinflamatorios no esteroideos (AINES) y actividades excesivas durante el periodo de intervención. En el tratamiento con terapia de ondas de choque extracorpóreas, los pacientes fueron tratados con 3 sesiones con OC radial de baja energía una vez por semana durante 3	Se observó mejora estadística en la puntuación del EVA del dolor y del dolor en el primer paso en cada visita en comparación con el valor inicial en la visita final del grupo con OC; recuperación significativa en la puntuación VAS del dolor promedio y del primer paso en el grupo de OC en comparación con el grupo de LCI a los 3 y 6 meses de seguimiento. La FFI se evaluó al inicio, a los 3 meses y 6 meses en los 2 grupos, reduciendo significativamente mayor en el dolor, discapacidad y limitación con el tratamiento con OC. El PFT se midió por

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
	con diagnóstico de fascitis plantar hace más de 3 meses, el promedio de dolor de los pacientes en la última semana fuese >3 en la escala analógica visual (VAS) y el grosor de la fascia plantar (PFT) se midió como > 4 mm en la ecografía	semanas consecutivas. Los pacientes durante la aplicación se encontraban decúbito prono con los pies afectados colando sobre el borde de la camilla, la región de aplicación fue el punto que resultó en la máxima sensibilidad a la palpación. La dosificación fue 2,000 descargas con una frecuencia de repetición de 6 veces por segundo y el nivel de intensidad de energía en un rango adecuado de 0,2 a 0,3 mJ/mm <sup>2</sup> . Cada sesión era de 30 minutos.	ecografía al inicio y en cada siguiente, pero hubo una mejoría significativa mayor en el grupo con tratamiento con OC en el 3 y 6 mes, excepto el primer mes. Los resultados del ensayo indican que la ESWT de baja energía es una terapia clínica satisfactoria para el tratamiento de la fascitis plantar y puede mantener una mejoría más prolongada que la LCI.
<b>Yinilmez et al, (2018)</b> <i>Comparison of effects of low-level laser therapy and extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis</i>	Estudio clínico aleatorizado, prospectivo, simple ciego. Se obtuvieron los pacientes entre abril y octubre de 2015, siendo un total de 40 pacientes con un rango de 18 a 65 años que padezcan	El objetivo de este estudio es comparar la eficacia de la terapia de ondas de choque extracorpóreas (ESWT) y la terapia con láser de bajo nivel (LLLT) en términos de grosor de la fascia, dolor en el talón y funciones del	El estudio demuestra que el grosor de la fascia plantar disminuyo significativamente un mes después del tratamiento. Las puntuaciones del FFI y las del dolor de la EVA también mostraron disminución

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<i>Treatment: A randomized, prospective, single-blind clinical study.</i>	FP, dolor a la palpación en el sitio de inserción de la fascia plantar en la cara anteromedial del tubérculo del calcáneo obtenido por palpación y falta de respuesta al tratamiento médico. Dividiéndose en dos grupos para ser tratado con SWT o LLLT usando un sobre cerrado método	pie en pacientes con fascitis plantar (PF). Los pacientes fueron evaluados antes y después del tratamiento y un mes después del tratamiento mediante la escala analógica visual (VAS)-dolor, el índice de función del pie (FFI) y el grosor de la fascia plantar medido por ultrasonografía. Ninguno de los pacientes recibió tratamiento médico, no hizo ejercicios o usó férula durante el período de tratamiento. El grupo de OC recibió tres sesiones de ESWT a una densidad de energía de 2 Bar con una frecuencia de 2000 descargas/min a 10 Hz y cada sesión se administró una vez por semana durante tres semanas. La TOCH se aplicó con un	significativa un mes después del tratamiento. Aunque menciona que tanto la ESWT como la LLT son tratamientos efectivos para la FP a corto plazo y no son superiores entre sí.

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
		movimiento circular en el sitio de inserción de la fascia plantar (1000 descargas) y a lo largo de la fascia (1000 descargas). La evaluación por ultrasonografía se realizó con una sonda lineal de 7,5 MHz. el grosor de la fascia plantar se midió en el plano sagital.	
<b>Ulusoy, Cerrahoglu y Orguc (2017).</b> <i>Magnetic resonance imaging and clinical outcomes of laser therapy, ultrasound therapy, and extracorporeal shock wave therapy for treatment of plantar fasciitis: a</i>	Estudio clínico aleatorizado, prospectivo y comparativo. Desde diciembre de 2012 hasta diciembre de 2014, con un total de 60 pacientes con diagnóstico de fascitis plantar crónica se dividieron aleatoriamente en 3 grupos de tratamiento. Los criterios de inclusión fueron la presencia de síntomas de un talón doloroso	El objetivo del estudio es comparar la efectividad de la terapia con láser de bajo nivel (LLLT), la terapia con ultrasonido terapéutico (US) y la terapia con ondas de choque extracorpóreas (ESWT) usando imágenes de resonancia magnética (IRM). El grupo 1 se sometió a 15 sesiones de TLBI (8 J/cm <sup>2</sup> ; 830 nm); el grupo 2 se sometió a 15 sesiones de US	En los tres grupos se encontraron diferencias significativas en los tres valores clínicos antes y después del tratamiento. Mencionando que la principal medida de eficacia de éxito fue la disminución del dolor en el talón >60 % para 2 de las 3 mediciones VAS de dolor en el talón) se detectó en 70,6 % del grupo LLLT, 65 % del grupo ESWT y 23,5 % de US. En los RMS y los HTI se

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<i>Randomized controlled trial.</i>	plantar recalcitrante crónico de 6 meses de duración que no respondió a 6 semanas de tratamiento conservador de primer nivel.	continuo (1 MHz; 2 W/cm <sup>2</sup> ); y el grupo 3 se sometió a 3 sesiones de ESWT (shocks de 2000). Todos los pacientes fueron evaluados mediante la escala analógica visual (VAS), índice de sensibilidad en el talón (HTI), escala de tobillo-retropié de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS), puntuación de Roles-Maudsley (RMS) y resonancia magnética antes y 1 mes después del tratamiento.  Los pacientes que continuaron con su programa estándar de ejercicios en el hogar (estiramiento de la fascia plantar, estiramiento de los músculos de la pantorrilla, estiramiento del tendón	encontró cambios significativos con LLLT Y ESTW en comparación con el US. El grosor de la fascia plantar había disminuido significativamente en la resonancia magnética en los 3 grupos. El LLLT y TOCH demostraron ser significativamente superiores a la terapia de US en la mejoría del dolor y los resultados funcionales.

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
		<p>de Aquiles y fortalecimiento de los músculos intrínsecos del pie).</p> <p>El grupo 3 se sometió a ESWT. Todos los sujetos en el grupo ESWT recibieron 3 sesiones de ESWT semanalmente durante 3 semanas. Se aplicó gel de ultrasonido para una mejor transmisión entre la cabeza TOCH y la piel. Los pacientes recibieron 2000 ondas de choque con una presión de 2,5 bares, frecuencia de 10 Hz durante las sesiones en las áreas del talón dolorido, inserción de la fascia plantar, área medial del calcáneo y la unión miofascial en el dorso del talón.</p>	

Elaboración propia con información extraída de autores ya mencionados.

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<b>Segundo objetivo.</b> Dosificación de las ondas de choque más utilizada como tratamiento fisioterapéutico para las alteraciones estructurales de la fascitis plantar en pacientes de 18 a 30 años.			
<b>Agostini et al, (2022)</b> <i>The Efficacy of Instrumental Physical Therapy through Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Treatment of Plantar Fasciitis: An Umbrella Review</i>	El estudio incluye revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados desde 2010 en idioma inglés, que incluyan personas adultas mayores de 18 años.	Mencionando que para la dosificación los estudios lo clasificaron según los niveles de intensidad y tipo ondas administrado. La dosificación según su intensidad identificó tres niveles de intensidad: baja [ $<0,08$ mJ/mm <sup>2</sup> - 0,1 mJ/mm <sup>2</sup> ], media [0,28 mJ/mm <sup>2</sup> - $\leq 0,2$ mJ/mm <sup>2</sup> ] y alta [ $>0,2$ mJ/mm <sup>2</sup> ].	Encontrando en el tipo de onda la radial y focal, encontrando que las focales son efectivas en el tratamiento de la FP, y en las ondas radiales no se encontraron conclusiones solidas debido a la heterogeneidad de los resultados. Indicando que los mejores resultados se dan con el tratamiento de baja o media intensidad.
<b>Hocaoglu et al, (2017)</b> <i>Comparative Effectiveness of Radial Extracorporeal Shockwave Therapy and Ultrasound-Guided Local Corticosteroid</i>	Estudio clínico aleatorizado, prospectivo y comparativo, doble ciego. Se reclutaron 72 pacientes con edad de 18 a 65 años, sensibilidad local en el tubérculo medial del calcáneo unilateral, ultrasonido	El objetivo de este estudio fue comparar los efectos clínicos y ultrasonográficos a largo plazo de la terapia de ondas de choque extracorpóreas radiales [rESWT] y el tratamiento con inyección local de corticosteroides guiada	Se observó reducciones estadísticamente significativas en las puntuaciones de VAS en el tratamiento con rESWT y el de corticosteroides en el 1.3 y 6 mes después de la aplicación. Sin embargo, en la puntuación Eva solo se

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<i>Injection Treatment for Plantar Fasciitis.</i>	evidencia grosor de la fascia plantar igual o mayor a 4mm y fracaso en el tratamiento conservador por más de 6 meses. Todas las evaluaciones fueron completadas por el mismo investigador ciego al inicio y 1, 3 y 6 meses después del tratamiento. Se realizó una escala analógica visual (VAS), índice de sensibilidad en el talón (HTI), índice de función del pie (FFI), medición ultrasonográfica de PFT y ecogenicidad para ambos grupos	por ecografía en pacientes con fascitis plantar refractaria al tratamiento conservador. Setenta y dos pacientes con fascitis plantar unilateral fueron aleatorizados para recibir rESWT (tres veces una vez por semana) o tratamiento con corticosteroides (una dosis única de 1 ml de betametasona sódica más 0,5 ml de prilocaína bajo guía ecográfica por inyección en la fascia plantar). El primer grupo recibió rESWT El tratamiento se aplicó utilizando un cabezal de 15 mm con 2000 ondas de choque en cada sesión a una frecuencia de 10 Hz con una densidad de flujo de energía por	vio mejoría en el primer mes después de la aplicación de corticosteroides, a diferencia se mantuvo la mejoría significativa en el grupo de rESWT en el 1,3 y 6 mes después del tratamiento. En el HTI se evaluó y después de finalizado el tratamiento con el valor inicial, 26 pacientes en el grupo de rESWT (72.2%) y 22 en el grupo de corticosteroides (61.1%) tenían una puntuación de 0 al final de 6 meses, indicando alivio del dolor. El FFI tuvo una mejora significativa en comparación a los datos bases, pero hasta el tercer mes en el grupo de OC. Esto indica que existe una mejoría en el dolor y función del pie,



Autor y título	Población	Metodología	Resultados
		<p>choque de 0,16 mJ/mm<sup>2</sup>. Los pacientes estaban en decúbito prono sobre la cama de tratamiento con los pies colgando sobre el borde de la mesa. El aplicador se colocó en la inserción de la fascia plantar del calcáneo. Cada sesión fue repetida tres veces por semana por el mismo fisioterapeuta. Los pacientes no recibieron anestesia local. Se aconsejó a los participantes en ambos grupos de tratamiento que evitaran estar de pie durante períodos prolongados y cualquier actividad intensa que provoque dolor o ejercicio de alto impacto durante 1 semana después del tratamiento.</p>	<p>reducción de PFT en los pacientes que reciben rESWT, aunque no todos al mismo tiempo se mantuvieron los beneficios durante un período largo.</p>

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<p><b>Narín et al, (2020)</b>  <i>Comparación de la terapia de ondas de choque extracorpóreas radiales en el tratamiento de la fascitis plantar utilizando dos frecuencias diferentes</i></p>	<p>Estudio de ensayo controlado, aleatorizado, simple ciego que se llevó a cabo en el Hospital Universitario y Escuela de Fisioterapia. Con un total de 41 pacientes con FP crónica unilateral que se estudió entre junio de 2015 y octubre de 2016. Entre sus criterios de inclusión están pacientes adultos mayores de 18 años diagnosticados con FP unilateral.</p>	<p>El objetivo del estudio es comparar los resultados de dos frecuencias y densidades diferentes de la terapia de ondas de choque extracorpóreas radiales (ESWT) después de 10 sesiones. Los cirujanos ortopédicos diagnosticaron a los pacientes como FP crónica según el historial del paciente y los hallazgos físicos. Las radiografías mostraron la presencia de espolón calcáneo en el 81% de los pacientes. Los pacientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos. A ambos grupos se les administraron 10 sesiones de tratamiento, no se</p>	<p>Los resultados de VAS y AOFAS de ambos grupos mejoraron significativamente entre el tratamiento previo y posterior, la semana 4 y la semana 12. Sin embargo, las diferencias de variación que se produjeron en VAS y AOFAS en ambos grupos fueron similares. No se observaron diferencias estadísticamente significativas.</p>

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
		<p>aplicó anestesia local.  Se dosifico lo  siguiente frecuencia de  15 Hz, impulsos  aplicados con el  aplicador de 15 mm,  densidad de 3,0 Bar y  2000 impulsos/sesión  para el grupo 1, y  frecuencia de 10 Hz,  impulsos aplicados  con el aplicador de 15  mm, densidad de 2,0  Bar y 2000  impulsos/sesión para  el grupo 2. Para medir  los resultados se  utilizaron la escala  analógica visual  (VAS) y una  modificación del  sistema de  clasificación clínica de  la American  Orthopaedic Foot and  Ankle Society  (AOFAS). Los  pacientes fueron  evaluados antes del  tratamiento y seguidos</p>	

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
<p><b>Wang et al. (2019)</b> <i>Efficacy of different energy levels used in focused and radial extracorporeal Shockwave therapy in the treatment of plantar fasciitis: A meta-analysis of randomized placebo-controlled trials.</i></p>	<p>Se realiza a través de una revisión sistemática y metaanálisis para evaluar los diferentes niveles de energía utilizados en el tratamiento con OC en la FP. En sus criterios de inclusión se encuentran ECA, pacientes adultos con fasciitis plantar, documentos en inglés, estudios que incluyan puntuaciones VAS y tasas de éxito del tratamiento.</p>	<p>cuatro semanas y 12 semanas después del final del tratamiento.</p> <p>El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de diferentes niveles de energía utilizados en la terapia de ondas de choque extracorpóreas (ESWT) en el tratamiento de la fasciitis plantar mediante una revisión sistemática y un metaanálisis. Toman en cuenta las intensidades de baja [<math>&lt;0,10</math> mJ/mm<sup>2</sup>], media [<math>0,10</math>–<math>0,20</math> mJ/mm<sup>2</sup>] y alta energía [<math>\geq 0,2</math> mJ/mm<sup>2</sup>]. Dividiendo en subgrupos según la duración del seguimiento [1, 3, 6 y 12 meses].</p>	<p>Como resultado el tratamiento con OC de energía media es más eficaz hasta los 12 meses de seguimiento en comparación con el placebo. El metaanálisis mostró que el grupo OC de alta energía tuvo una mejor tasa de éxito que el grupo de control solo en un seguimiento de tres meses, pero no se observaron diferencias significativas entre los grupos para las otras visitas de seguimiento (1 y 12 meses). Por el contrario, el grupo OC de energía media tuvo tasas de éxito significativamente mejores que el grupo de control en todas las visitas de seguimiento (3, 6 y 12 meses). Y el</p>

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
			grupo de ESWT de baja energía tuvo una mejora significativa en las puntuaciones VAS en comparación con el grupo de control para todas las visitas de seguimiento (3 y 12 meses). La eficacia de las ESWT de baja y alta energía es incierta debido al uso de anestesia local y debido al número limitado de ensayos relacionados con tratamientos con OC de baja y alta energía.

Elaboración propia con información extraída de autores ya mencionados.

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<b>Tercer objetivo.</b> En qué fase de la fascitis plantar las ondas de choque generan mejores efectos terapéuticos sobre la sintomatología en pacientes de 18 a 30 años.			
<b>Fraile (2018)</b> <i>Toxina botulínica tipo A y ondas de choque para el tratamiento de dolores crónicos</i>	Metaanálisis, en donde menciona en sus criterios de inclusión tipos de estudios metaanálisis, revisiones sistemáticas	En el estudio el tratamiento con ondas de choque extracorpóreas para la fascitis plantar se realiza a través de 3	Como resultado menciona que en todos los estudios hubo una mejora del dolor en un 60% en la escala EVA del dolor desde el inicio

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<i>en fascitis plantar</i>	y ensayos clínicos aleatorizados [ECA], participantes adultos mayores de 18 años, con fascitis plantar >6 meses de evolución, intervenciones con terapia de ondas de choque de alta energía e infiltración de toxina botulínica tipo A.	artículos, en estos el tratamiento aplicado es con una dosis de frecuencia de la onda de 2000 impulsos, con dosis placebo donde se bloquea la zona anatómica impidiendo la transmisión del impulso, dos de los estudios evaluados a las 3 sesiones del tratamiento y uno lo realizo en 2 sesiones. En el primer estudio se utiliza una frecuencia de 2000 impulsos, intensidad de 0.25, ondas de choque focal. El segundo estudio utilizo la misma frecuencia, con una intensidad de 0.16 con ondas de choque radial, pero por 2 sesiones. Y el último estudio utilizo la misma frecuencia,	del tratamiento con ondas de choque extracorpóreas [ESWT] en comparación con el tratamiento placebo. Dando como conclusión que las OC en la FP crónica >6 meses de evolución, genera resultados positivos sobre el dolor en los primeros tres meses de tratamiento, siendo este no invasivo con una alta tasa de éxito.

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
<b>Ibrahim et al, (2017)</b>	El estudio es un ensayo prospectivo, aleatorizado, controlado doble ciego, con placebo con dos años de seguimiento. Se incluyeron a un total de 55 pacientes con FP crónica unilateral. Todos los pacientes sufrían de FP durante al menos 6 meses y ya se habían sometido a un tratamiento conservador y médico, el 77% de los pacientes presentaban espolón calcáneo. En los criterios de inclusión los pacientes tenían que ser mayores de 18 años y no haber tenido ninguna terapia de al menos 4 semanas antes de la remisión.	intensidad de 0.16 por 3 sesiones, con ondas de choque radiales.  Se dividieron en 2 grupos de forma aleatoria, en donde uno recibió ondas de choque extracorpóreas radiales y el otro recibió placebo. Cada paciente recibió dos sesiones de OC radiales con 1 semana de diferencia, con 2000 impulsos por sesión (presión de aire del dispositivo ajustada a 3,5 Bar; impulsos aplicados con el aplicador de 15 mm a una frecuencia de 8 Hz). El tratamiento con placebo se realizó de forma idéntica, pero con un broche en el talón que impedía la	Al inicio en la puntuación RM modificada el 98 % de los pacientes no podía caminar más de 1 h sin dolor al inicio del estudio, y el 80 % de los pacientes no podía caminar en absoluto sin dolor intenso al inicio del estudio.  En la puntuación de EVA y RM fueron estadísticamente significativas entre los pacientes tratados con OC radiales y los pacientes que recibieron placebo.  El número de pacientes tratados con OC radiales tuvo una mejoría individual de la puntuación VAS de más del 60%, fueron 23 en el 1er. mes, 24 en el 3er.

<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
	Se les realizó la evaluación a los pacientes en relación al dolor y la calidad de vida antes (, al inicio), así como 1 mes, 3 meses, 6 meses, 1 año y 2 años después del tratamiento con OC radiales o placebo, respectivamente. Utilizando la escala EVA, VAS y RM modificada	transmisión de los impulsos del aplicador a la piel en el sitio de tratamiento. Los pacientes no sabían si recibían OC radiales o tratamiento con placebo. Tampoco durante la aplicación no se aplicó anestesia local.	mes, 25 en el 6to. mes, 18 al año y 22 a los 2 años. El examen de seguimiento a los 2 años indicó una mejora de solo un 37 % en promedio de los pacientes que recibieron placebo, en comparación con una mejora del 83 % en promedio en el caso de aquellos pacientes que fueron tratados con OC radiales. Los resultados del estudio indican que el uso de OC radiales en pacientes con FP crónica >6 meses de evolución, es efectivo y seguro, lo que lleva a una reducción significativa del dolor a largo plazo, sin efectos adversos.



<b>Autor y título</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
<b>Uğurlar et al, (2018)</b>  <i>Effectiveness of Four Different Treatment Modalities in the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis During a 36-Month Follow-Up Period: A Randomized Controlled Trial.</i>	Se utilizó un método aleatorizado, estudio prospectivo controlado de 4 grupos durante un periodo de 36 meses de seguimiento desde diciembre de 2010 hasta febrero de 2013. El estudio incluyó 158 pacientes consecutivos con diagnóstico de fascitis plantar crónica con un espolón calcáneo sintomático. El primer grupo recibió OC, el segundo proloterapia, el tercer grupo inyección de PRP, y el cuarto una inyección local de CS. Los pacientes tenían que ser mayores de 18 años, con un índice de masa corporal <30 kg/m <sup>2</sup> , presentar dolor mayor a 6 meses, dolor en la escala VAS mayor a 5, espolón calcáneo en radiografía.	El objetivo del estudio fue comparar los efectos terapéuticos de la terapia de ondas de choque extracorpóreas, la inyección de plasma rico en plaquetas (PRP), la inyección local de corticosteroides y la proloterapia para el tratamiento de la fascitis plantar crónica. De los 158 pacientes, 39 fueron asignados al grupo de aplicación de OC, 40 al grupo de proloterapia, 39 al grupo de PRP Y 40 al grupo de inyección local de CS. En el grupo de OC se aplicaron 3 sesiones con un intervalo de 7 días entre las sesiones, recibiendo las mismas dosis	En el tratamiento de la FP crónica con >6 meses de evolución tratada con OC, la puntuación EVA mejoro significativamente manteniéndose hasta 12 meses después del tratamiento, y en la puntuación FFI-R el grupo de las OC tuvo una mejor puntuación en los primeros 12 meses. Demostrando que los beneficios terapéuticos de las OC comienzan 2 semanas después de la aplicación y será más efectivo en los primeros 6 meses con respecto al dolor.

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
		6Hz, 2000 pulsos, densidad de energía de 4,0 Bar, utilizando ondas de choque radiales en las bandas medial, lateral y central de la fascia plantar del pie afectado. Los resultados se evaluaron mediante la puntuación VAS y la puntuación FFI-R.	

Elaboración propia con información extraída de autores ya mencionados.

## 4.2 Discusión

En el presente estudio que compara los efectos de las ondas de choque sobre la fascitis plantar. Xu et al, (2019) menciona que se observa mejora estadística en la fascitis plantar entre los primeros 3 y 6 meses de aplicación, así mismo, Fraile (2018) indica que las OC en la FP crónica se genera mayores beneficios sobre el dolor en los primeros 3 meses de tratamiento, sin embargo, Hocaoglu et al, (2017) que la mejoría tras la aplicación de ondas de choque se da y se mantienen desde el primer mes hasta el sexto mes de aplicación. Sin embargo, Narín et al, (2020) describe que la mejoría se da hasta en la 4 semana y se mantiene hasta la semana 12 posterior al tratamiento.

Por otra parte, con respecto al protocolo a utilizar Hocaoglu et al, (2017) menciona que la terapia de ondas de choque extracorpóreas radiales, aplicada tres veces por semana utilizando

un cabezal de 15 mm con 2000 ondas de choque en cada sesión a una frecuencia de 10 Hz con una densidad de flujo de energía por choque de 0,16 mJ/mm<sup>2</sup>; como resultados obtuvo mejoría en la sintomatología en un 72.2% con respecto al dolor. Sin embargo, Narín et al, (2020) comparo la aplicación en dos grupos dos frecuencias e intensidades diferentes; a ambos grupos se les administraron 10 sesiones de tratamiento con ondas de choque radiales, no se aplicó anestesia local. Se dosificó lo siguiente, frecuencia de 15 Hz, impulsos aplicados con el aplicador de 15 mm, densidad de 3,0 Bar y 2000 impulsos/sesión para el grupo 1; y frecuencia de 10 Hz, impulsos aplicados con el aplicador de 15 mm, densidad de 2,0 Bar y 2000 impulsos/sesión para el grupo 2; obteniendo como resultados beneficios, pero estadísticamente no se observó diferencia entre ambas dosificaciones.

En cuanto a los tipos y niveles de intensidad de la OC como tratamiento Agostini et al, (2022) describe que las OC focales son más efectivas en el tratamiento de la FP y en intensidades que generan mejores beneficios la baja y media intensidad. Al contrario, Narín et al, (2020) en su estudio indica que la aplicación de OC radiales tiene efectos beneficiosos, aunque en la intensidad utiliza dos dosificaciones diferentes, indicando que no se observó diferencia significativa en los resultados. Por otra parte, Wang et al, (2019), indica que la aplicación de OC de baja y alta energía tiene resultados positivos pero debido a la utilización de anestesia local no se puede comparar cuál de las dos tiene mejores beneficios.

En los resultados funcionales se encontraron que nueve estudios [Xu et al, (2019); Yinilmez et al, (2018); Ulusoy et al, (2017); Hocaoglu et al, (2017); Narín et al, (2020); Wang et al., (2019); Fraile (2018); Ibrahim et al, (2017); Uğurlar et al, (2018)] midieron la efectividad de la terapia con OC en la FP con escalas o índices: los nueve utilizaron EVA o VAS, que midió la intensidad del dolor. En cuanto a la evaluación de la funcionalidad se utilizaron: Yinilmez et al, (2018); Hocaoglu et al, (2017); Wang et al., (2019); Uğurlar et al,

(2018) usaron el índice funcional del pie (FFI); dos estudios [Narín et al, (2020); Ulusoy et al, (2017)] midieron a través del puntaje ortopédico americano para pies y tobillos (AOFAS), dos estudios [Ibrahim et al, (2017); Ulusoy et al, (2017)] utilizan la score de Roles y Maudsley (RM score); dos estudios [Ulusoy et al, (2017); Hocaoglu et al, (2017)] utilizaron el índice de sensibilidad en el talón (HTI).

### **4.3 Conclusión**

Existen diversos tratamientos para la fascitis plantar que pueden ser utilizados tanto para el manejo de la sintomatología y en la rehabilitación física. Encontrándose en la presente revisión bibliográfica que las ondas de choque son un método efectivo, siendo este un tratamiento no invasivo que ha demostrado resultados favorables en pacientes que han tenido un tratamiento conservador antes de la aplicación y que posterior a esta los síntomas han disminuido y el paciente vuelve a sus actividades de la vida diaria en un periodo de tiempo corto; teniendo como efectos terapéuticos la disminución del dolor, aumento de la funcionalidad, disminución del grosor de la fascia plantar, disminución de la discapacidad y limitación.

La onda de choque son ondas acústicas que se transmiten a través de pulsos de presión tridimensionales que son expulsados en microsegundos, en donde sus efectos dependen del tipo de onda, la intensidad, frecuencia del pulso. Como se ha investigado estimula los procesos de cicatrización, reparación, regeneración de tendones y tejido blando, utilizada para tratar patologías agudas y crónicas. Se encontró que los tratamientos de baja o media intensidad tienen mayores resultados, aunque los tratamientos con intensidades altas suelen ser efectivas, pero se necesita la colocación de anestesia local lo que limita saber si existe beneficio tras la aplicación de esta. En relación con aspectos como el número de sesiones, la dosis de pulsos o

frecuencia, y el tipo de OC utilizada suele variar dependiendo al equipo y al protocolo que se quiera elegir, siendo este a elección del profesional cual elegir.

Se puede concluir que las ondas de choque son efectivas en la fascitis plantar en una etapa crónica, a diferencia de la cirugía o la aplicación de otro tratamiento como las infiltraciones u otros tratamientos conservadores que no tiene el resultado esperado. Pero su vez existe evidencia que la fisioterapia a través del tratamiento convencional es efectiva en la fascitis plantar aguda. Y debido a que no hay suficientes estudios que comparen en las distintas etapas, por esto se considera la aplicación combinando el tratamiento convencional junto a las ondas de choque.

#### **4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas**

Se busca que esta investigación sea utilizada como referencia para la aplicación de la onda de choque como tratamiento para la fascitis plantar, en ambos géneros, con el objetivo de tener efectos beneficiosos sobre el dolor y la calidad de vida. De igual manera los deseos del autor es ser objeto de estudio del tratamiento de las ondas de choque en la fascitis plantar y ampliar la búsqueda de tratamientos en la fascitis plantar con otras técnicas fisioterapéuticas.

Se ha encontrado que se necesitan más estudios con comparaciones específicas entre diferentes tipos e intensidades de las ondas de choque tanto en la fascitis plantar crónica como aguda, para obtener información más precisa sobre la efectividad de esta.

Y así mismo, la investigación de la aplicación de ondas de choque en otras patologías. Ya que la revisión realizada se basa en estudios de otros autores, donde no se puede sacar conclusiones sólidas sobre el tratamiento, como el pequeño número de artículos encontrados, necesiándose más estudios experimentales

## Referencias

- Abols, Y. (2009). Biomecánica y fisiología articular subastragalina. *EMC - Podología*, 11(1), 1–5. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/s1762-827x\(09\)70689-3](https://doi.org/10.1016/s1762-827x(09)70689-3)
- Agostini, F., Mangone, M., Finamore, N., Di Nicola, M., Papa, F., Alessio, G., (...) Paolucci, T. (2022) The Efficacy of Instrumental Physical Therapy through Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Treatment of Plantar Fasciitis: An Umbrella Review. *Applied Sciences*, 12(6), 2841. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/app12062841>
- Agrawal, R., Pandey, S., y Vasil, U. (2006) Step by Step Management of Equinus Foot by Ilizarov Technique [Ilustración]. Step by Step Management of Equinus Foot by Ilizarov Technique. Recuperado de <https://www.jaypeedigital.com/eReader/chapter/9788180617102/ch1#ch9>
- Alarcón, G., Ocampo, F., Armas, W., Arteaga, C., y Cutus, R. (2019) Dolor plantar calcáneo. Experiencias y opciones de tratamiento. *Revista Cubana de Reumatología*, 21(3), 16. Recuperado de <http://revreumatologia.sld.cu/index.php/reumatologia/article/view/760>
- Alfaro, J., Gómez, A., Alfaro, J., Lanuza, C., Escamilla, V., y Almenar, A. (2017). Relación de Lunge y Jack Test en la apófisis calcánea (Talalgia de Sever) en futbolistas jóvenes. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 11(2), 117-123. Recuperado de <https://doi.org/10.5209/RICP.56028>
- Alguacil, I., Gómez, M., y Miangolarra, J. (2002) Ondas de choque: aplicación terapéutica en la patología deportiva de partes blandas. *Revista Archivos de Medicina del Deporte*, 19(91), 393-399. Recuperado de [https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Ondas\\_de\\_choque\\_393\\_91.pdf](https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Ondas_de_choque_393_91.pdf)

- Álvarez, G., y Delgado, J. (2015). Diseño de estudios epidemiológicos. I. El estudio transversal: tomando una fotografía de la salud y la enfermedad. *Boletín Clínico Hospital Infantil del Estado de Sonora*, 32(1), 26-34. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/bolclinhosinfson/bis-2015/bis151f.pdf>
- Arias, J., Villasís, M., y Miranda, M. (2016) El protocolo de investigación III: la población de estudio. Metodología de la investigación. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Artidiello, D., Hernández, D., Aguilar, H., y Salazar, M. (2015). Fascitis plantar. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 19(2), 206-213. Recuperado de <http://ref.scielo.org/7d2hdm>
- Baena G. (2014) *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Patria.
- Ballester, M. (2015) Fascitis plantar imagen por resonancia magnética [Ilustración]. Cirugía pie y tobillo. Recuperado de <https://www.cirurgiapie.com/blog/fascitis-plantar-imagen-por-resonancia-magnetica>
- Bartold, S. (2004) The plantar fascia as a source of pain-biomechanics, presentation and treatment. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 8(3), 214–226. [https://doi.org/10.1016/s1360-8592\(03\)00087-1](https://doi.org/10.1016/s1360-8592(03)00087-1)
- Bautista, J. (2016). *Estudio morfológico de pedigráfica (huella plantar), en estudiantes de licenciatura de la facultad de organización deportiva de la U.A.N.L.* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/12795/1/PRODUCTO%20INTEGRADOR%20FINAL.pdf>
- Bayo, A. (2015) El Mecanismo de Windlass y la fascitis plantar [Fotografía]. Recuperado de <https://www.sport.es/labolsadelcorredor/el-mecanismo-de-windlass-y-la-fascitis-plantar/>
- Belhan, O., Kaya, M., y Gurger, M. (2019). The thickness of heel fat-pad in patients with plantar fasciitis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 53(6), 463–467. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1017995X1930375X>
- Bernal, C. (2010) *Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Pearson.
- Bolgia, L., y Malone, T. (2004). Plantar fascitis and the windlass mechanism: a biomechanical link to clinical practice (La fascitis plantar y el mecanismo del molinete: un vínculo biomecánico con la práctica clínica). *Journal of athletic training*, 39(1), 77–82. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC385265/>

- Bonilla, E., y Rodríguez, P. (2005) *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Bogotá: Editorial Norma.
- Bravo, T., López, Y., Hernández, S., Martín, J., Gómez, A., y Blanco, S. (2008). Talalgia. Revisión bibliográfica. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 11(1), 26–31. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1138-6045\(08\)71833-1](https://doi.org/10.1016/S1138-6045(08)71833-1)
- Brenner, E., Bianchi, H., y Denari, R. (1989). Importancia del aparato extensor de los últimos cuatro dedos del pie en la patología del antepié. *Revista Del Pie Y Tobillo*, 3(1), 35-55. Recuperado de <https://fondoscience.com/pieytobillo/vol3-num1/fs8906004-importancia-aparato-extensor>
- BTL (2022) *Terapia mediante ondas de choque*. Recuperado de <https://www.catalogodelasalud.com/documenta/contenido/111676/2-terapia-mediante-ondas-de-choque.pdf>
- Caeiro, J., y Pacheco, F. (2018). Fascitis plantar: actualización en el diagnóstico y tratamiento. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 25(3), 164–169. Recuperado de <https://www.fmc.es/es-fascitis-plantar-actualizacion-el-diagnostico-articulo-S1134207218300148>
- Campo, S. (2020). “*Correlación entre espesores de fascia plantar y tejido graso plantar*”. *Proyecto de estudio* (Tesis de pregrado). Universidad Da Coruña. Recuperado de [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/26368/CampoSoage\\_Sara\\_TFG\\_2020.pdf](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/26368/CampoSoage_Sara_TFG_2020.pdf)
- Castiglia, V. (2000) Requisitos metodológicos y estadísticos para publicaciones científicas. Parte I. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 66(1), 70-74. Recuperado de [https://www.aaot.org.ar/revista/1993\\_2002/2001/2001\\_1/660111.pdf](https://www.aaot.org.ar/revista/1993_2002/2001/2001_1/660111.pdf)
- Chen, D., Li, B., Aubeeluck, A., Yang, Y., Huang, Y., Zhou, J., y Yu, G. (2014). Anatomy and Biomechanical Properties of the Plantar Aponeurosis: A Cadaveric Study. *PLoS ONE*, 9(1). Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084347>
- Córdova A., López D., Fernández D., y Caballero A. (2017) Nueva visión del tratamiento de la fascitis plantar en deportistas. Utilidad del entrenamiento funcional mediante el esquí. Investigación clínica. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 58(3), 309 – 318. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3729/372952815008.pdf>
- Damiano, J. (2018). Patología de la aponeurosis plantar. *EMC- Podología*, 20(4), 1-13. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1762-827X\(18\)41468-X](https://doi.org/10.1016/S1762-827X(18)41468-X)



- Damiano, J. (2018). Talalgias. *EMC-Aparato Locomotor*, 51(2), 1-7. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1286935X18906040>
- Docpods (2022) The Windlass Mechanism in the Foot [Ilustración]. Recuperado de <https://www.docpods.com/foot-pain-info/the-windlass-mechanism-in-the-foot-and-foot-pain/>
- Domínguez, J., y Reina M. (2020) Estudio transversal sobre el dolor y funcionalidad del pie en pacientes diabéticos no neuropáticos y pacientes no diabéticos. *Revista española de Podología*, 31(2), 82-86. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7955789>
- Domínguez, L., Leos, H., y Arellano, J. (2007) Rehabilitación de fascitis plantar crónica. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 5(1). Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2007/am071b.pdf>
- Español, A. (2015) *Ondas de choque extracorpóreas en el tratamiento de la pseudoartrosis de los huesos largos de las extremidades inferiores* (Tesis doctoral). Universitat Internacional de Catalunya. Recuperado de <https://tinyurl.com/2p8v84cv>
- Fraile, A. (2019) Toxina botulínica tipo A y ondas de choque para el tratamiento de dolores crónicos en fascitis plantar. *Revista internacional de Ciencias Podológicas*, 13(1), 87-97. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/RICP/article/view/64724/4564456551885>
- Fuller, E. (2000). The windlass mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology (El mecanismo del molinete del pie. Un modelo mecánico para explicar la patología). *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 90(1), 35-46. Recuperado de <https://japmaonline.org/view/journals/apms/90/1/87507315-90-1-35.xml>
- Gaitán, L., Calvo, A., López, V., Calvi, J., Álvarez, V., y Slullitel, G. (2020). Factores asociados con dolor severo en pacientes con fascitis plantar: Un análisis de relaciones. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 85(1), 23-30. Recuperado de <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2020.85.1.991>
- García, J., Piñero, J., Baño, A., Piedad, M. y Medina, F. (2018) Valor del Test de Silfverskiöld para el diagnóstico de la fascitis plantar. *Revista Internacional De Ciencias Podológicas*, 13(1), 41-46. Recuperado de <https://doi.org/10.5209/RICP.62343>
- Giordani, F., Bernini, A., Müller, H., Stecco, C., y Masiero, S. (2019). A global approach for plantar fasciitis with extracorporeal shockwaves treatment. *European Journal of Translational Myology*, 29(3), 171-177. Recuperado de <https://doi.org/10.4081/ejtm.2019.8372>

- Goff, J., y Crawford, R. (2011). Diagnosis and treatment of plantar fasciitis. *American family physician*, 84(6), 676–682. Recuperado de <https://tinyurl.com/nymncbj3>
- Gohurdett, C., Amador, P., y Ruiz, D. (2018) Terapia de ondas de choque en patología músculo-esquelética. *Revista del Hospital Clínico de la Universidad de Chile*, 29(1), 16-26. Recuperado de <https://redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/1377.pdf>
- Hedrick, M. (1996). The Plantar Aponeurosis. *Foot & Ankle International*, 17(10), 646–649. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/107110079601701012>
- Henney, J. (2000). Shock Wave for Heel Pain. *JAMA*, 284(21), 2711. <https://doi.org/10.1001/jama.284.21.2711-jfd00010-2-1>
- Hernández, R., Fernández, C. y Del Pilar, M. (2014) *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Hicks, J. (1954) The mechanics of the foot: II. The plantar aponeurosis and the arch. *Journal of Anatomy*, 88(1), 25–30. Recuperado de <https://doi.org/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1244640/>
- Hocaoglu, S., Vurdem, U. E., Cebicci, M. A., Sutbeyaz, S. T., Guldeste, Z., & Yunsuroglu, S. G. (2017). Comparative effectiveness of radial extracorporeal shockwave therapy and ultrasound-guided local corticosteroid injection treatment for plantar fasciitis. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 107(3), 192-199. Recuperado de <https://doi.org/10.7547/14-114>
- Iglesias, M., Sperone, E., Vadell, A. M., & Bigatti, A. (2022). Fascitis plantar: análisis de opciones terapéuticas. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 87(3), 413-421. Recuperado de <https://www.raaot.org.ar/index.php/AAOTMAG/article/download/1359/4651>
- Ibrahim, M., Donatelli, R., Hellman, M., Hussein, A., Furia, J., y Schmitz, C. (2017). Long- term results of radial extracorporeal shock wave treatment for chronic plantar fasciopathy: A prospective, randomized, placebo- controlled trial with two years follow- up. *Journal of Orthopaedic Research*, 35(7), 1532-1538. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/jor.23403>
- Irving, D., Cook, J., Young, M., y Menz, H. (2008). Impact of Chronic Plantar Heel Pain on Health-Related Quality of Life. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98(4), 283-289. Recuperado de <https://doi.org/10.7547/0980283>
- Kapandji, A. (2010) *Fisiología Articular*. Tomo 2. (6ta. Ed.). Madrid: Médica Panamericana.

- Karagounis, P., Tsironi, M., Prionas, G., Tsiganos, G., y Baltopoulos, P. (2011) Treatment of Plantar Fasciitis in Recreational Athletes: Two Different Therapeutic Protocols. *Foot & Ankle Specialist*, 4(4), 226–234. <https://doi.org/10.1177/1938640011407320>
- Kendall, F., Kendall, E., Geise, P., McIntyre, M., y Romani, W. (2007) *Músculos. Pruebas funcionales, posturales y dolor*. (5ta. Ed.) Madrid: Marbán
- Latarjet, M., y Ruiz, A. (2004) *Anatomía humana*. (4ta. Ed.) Buenos Aires: Médica Panamericana
- Leão, R., Azuma, M., Ambrosio, G., Faloppa, F., Takimoto, E., y Tamaoki, M. (2020). Effectiveness of shockwave therapy in the treatment of plantar fasciitis. *Acta Ortopédica Brasileira*, 28(1), 7–11. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/1413-785220202801227402>
- Llanos, L., Fernández, M., y Núñez, M. (2007) Anatomía funcional del pie (biomorfología y biomecánica). *Revista de medicina y cirugía del pie*, 2(2), 17-23. Recuperado de <https://tinyurl.com/4mmusjhw>
- Luffy, L., Grosel, J., Thomas, R., y So, E. (2018). Plantar fasciitis. *Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 31(1), 20–24. Recuperado de <https://doi.org/10.1097/01.jaa.0000527695.76041.99>
- MBA Surgical Empowerment (2019) Anatomía del calcáneo [Ilustración]. Recuperado de <https://www.mba.eu/blog/wp-content/uploads/2019/10/001-Anatomia-pie-1024x506.jpg>
- Mallor, E., Souto, C., Vera, N., Jubero, A., Maldonado, A., y Sancho, M. (2021) Fascitis plantar. Tratamiento fisioterápico y ejercicios domiciliarios. Artículo monográfico. *Revista Sanitaria de Investigación*, 2(9), 37. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8080947>
- Marieb, E. (2008) *Anatomía y fisiología humana*. Madrid: Pearson Educación.
- Marino, L., González, Y., González, C., y Rupcich, Ml. (2013). Propuesta de modelo multisegmento del pie para el análisis de marcha [Ilustración]. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 28(4), 143-158. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652013000400015&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652013000400015&lng=es&tlng=es).
- Martinez, A., Martinez, F., Nieto, J., Cano, E., Rodríguez, B., y Alonso, P. (2021) Efectividad del tratamiento con ondas de choque en la fascitis plantar. *Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación*, 31(2), 174 – 191. Recuperado de <https://doi.org/10.28957/rcmfr.v31n2a6>

- Medina, N. (2014). Las variables complejas en investigaciones pedagógicas. *Apuntes Universitarios*, 5(2), 9–18. Recuperado de <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5198870.pdf>
- Mokhtarian, A., Vahdatpour, B., Raeissadat, S., Dehghan, F., Nasr, N., y Mazaheri, M. (2018). Enhancement of the Effectiveness of Extracorporeal Shock Wave Therapy with Topical Corticosteroid in Treatment of Chronic Plantar Fasciitis: A Randomized Control Clinical Trial. *Advanced Biomedical Research*, 7(1), 62. Recuperado de [https://doi.org/10.4103/abr.abr\\_40\\_17](https://doi.org/10.4103/abr.abr_40_17)
- Moreno, R., Isidre, A., y Burdeus, J. (2003). Talalgias. *Revista Española de Reumatología*, 30(9), 499–502. Recuperado de <https://tinyurl.com/4hmu5zmc>
- Moya, D. (2002) Terapia por onda de choque extracorpórea para el tratamiento de las lesiones musculoesqueléticas. *Revista Asociación Argentina Ortopédica y Traumatológica*, 67(4), 273-286. Recuperado de [https://www.aaot.org.ar/revista/1993\\_2002/2002/2002\\_4/670408.pdf](https://www.aaot.org.ar/revista/1993_2002/2002/2002_4/670408.pdf)
- Narin, S., Unver, B., Demirkıran, N. y Erduran, M. (2020) Comparison of Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy in Plantar Fasciitis Treatment Using Two Different Frequencies. *Cureus*, 12(5), 1-8. Recuperado de <https://doi.org/10.7759/cureus.8284>
- Orrego, M. y Morán, N. (2014) *Ortopedia y traumatología básica*. Santiago: Universidad de los Andes.
- Ortega, I. (2016) *Evaluación y tratamiento de terapia con ondas de choque piezoeléctricas en tendinopatías crónicas resistentes a tratamiento rehabilitador convencional* (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/44960/1/T39334.pdf>
- Palacín, V., Palacín, L., Satrústegui, L., Espinosa, P., Vintanel, S., y Niño, A. (2021). La fascitis plantar conocerla para evitarla. *Revista Sanitaria de Investigación*, 2(1). <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/la-fascitis-plantar-conocerla-para-evitarla/>
- Paoletti, S. (2004) *Las Fascias. El papel de los tejidos en la mecánica humana*. Australia: Editorial Paidotribo.
- Parra, A. (2014). *Diagnóstico diferencial de la fascitis plantar* (tesis de pregrado). Universitat de Barcelona, España. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/60247/1/60247.pdf>

- Pascual, E., Bustamante, M., Monterroza, C., y Martínez, D. (2015). Estrategias de prevención y tratamiento de la fascitis plantar en adultos. *Búsqueda*, 2(15), 30-37. Recuperado de <https://revistas.cecar.edu.co/index.php/Busqueda/article/view/94>
- Petraglia, F., Ramazzina, I., y Costantino, C. (2017). Plantar fasciitis in athletes: diagnostic and treatment strategies. *A systematic review. Muscle, Ligaments and Tendons Journal*, 7(1), 107-118. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5505577/>
- Policlínica Pablo Casado (2022) Fascitis plantar, espolón calcáneo en Murcia [Ilustración]. Recuperado de <https://podologiamurcia.com/fascitis-plantar-espolon-calcaneo-en-Murcia-Policlinica-Pablo-Casado.html>
- Predictiva21 (2021) Fenómeno de Cavitación [Ilustración]. Recuperado de <https://predictiva21.com/6-4-fenomeno-cavitacion/>
- Puttaswamaiah, R. y Chandran, P. (2007). Degenerative plantar fasciitis: *A review of current concepts*, 17(1), 3–9. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foot.2006.07.005>
- Quesada, A. y Medina, A. (2020) Métodos teóricos de investigación: análisis-síntesis, inducción-deducción, abstracto-concreto e histórico-lógico. Universidad de Matanzas. *Monografías 2020*, 1(12), 1-23.
- Rayo, A., Rayo R., Rodríguez, F. y Campos, A. (2021) Tríada találgica. Una nueva entidad clínica a partir de una serie de casos. *Revista Sociedad Española del Dolor*, 28(5), 276 – 281. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.20986/resed.2021.3941/2021>
- Roxas, M. (2005). Plantar fascitis: diagnosis and therapeutic considerations (Fascitis plantar: diagnóstico y consideraciones terapéuticas). *Alternative medicine review: a journal of clinical therapeutic*, 10(2), 83–93. Recuperado de [http://www.anaturalhealingcenter.com/documents/Thorne/articles/plantar\\_fascitis10-2.pdf](http://www.anaturalhealingcenter.com/documents/Thorne/articles/plantar_fascitis10-2.pdf)
- Sáenz, M., Castaño, M., Torres, A. y López, J. (2021). Fascitis plantar diagnosticada mediante ecografía. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 14(1), 34-36. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-695X2021000100034&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2021000100034&lng=es&tlng=es).
- Secretaría de Salud de México. (2017). *Sabías que el 30% de la población padece fascitis plantar*. Gobierno de México. Recuperado de <https://tinyurl.com/3tdv7pdv>
- Serviat, N., Carvajal, W., Medina, M., Gutiérrez, J. y Fernández, A. (2015). Ondas de choque en población deportiva y no deportiva: resultados preliminares. *Acta Ortopédica*

*Mexicana*, 29(5), 254-260. Recuperado de  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/aom/v29n5/v29n5a4.pdf>

Simón, P. (2007). Fascitis plantar: caso clínico. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 1(1), 35-38. Recuperado de  
<https://revistas.ucm.es/index.php/RICP/article/download/RICP0707120035A/18635>

Sociedad Española de Tratamiento con Ondas de Choque (2022) *Historia de las ondas de choque*. Acadèmia de Ciències Mèdiques i de la Salut de Catalunya i de Balears. Recuperado de <http://www.setoc.es/?p=page/html/historia>

Sous, J., Navarro, R., Navarro, R., Brito, E., y Ruiz, J. (2011). Bases Biomecánicas del Tobillo. *Canarias Médicas y Quirúrgicas*, 8 (24), 13-20. Recuperado de  
[https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/5754/6/0514198\\_00024\\_0002.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/5754/6/0514198_00024_0002.pdf)

Stuber, K., y Kristmanson, K. (2006). Conservative therapy for plantar fasciitis: a narrative review of randomized controlled trials. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 50(2), 118–133. Recuperado de  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1839987/>

Sun, J., Gao, F., Wang, Y., Sun, W., Jiang, B., y Li, Z. (2017). Extracorporeal shock wave therapy is effective in treating chronic plantar fasciitis: A meta-analysis of RCTs. *Medicine*, 96(15). Recuperado de <https://doi.org/10.1097%2FMD.00000000000006621>

TAFAD y Cursos (2022) Ejes y planos anatómicos [Ilustración]. Recuperado de  
<https://www.tafadycursos.com/cuerpo-humano/ejes-y-planos-anatomicos>

Tahririan, M., Motififard, M., Tahmasebi, M., y Siavashi, B. (2012) Plantar fasciitis (Fascitis plantar). *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 17(8), 799-804. Recuperado de  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3687890/>

Távara, P. (2017) Dolor en el talón: ¿Fascitis plantar o espolón calcáneo? Salud Más Deporte [Ilustración]. Recuperado de <https://tinyurl.com/ywsc42u5>

Toledo, O. (2021). Plantar Fasciopathy, General Concepts, Shock Wave Treatment and Other Additional Therapeutic Considerations. *Journal of Regenerative Science*, 1(1), 39-43. Recuperado de <https://doi.org/10.13107/jrs.2021.v01.i01.021>

Toomey, P. (2009). Plantar Heel Pain. *Foot and Ankle Clinics*, 14(2), 229–245.  
<https://doi.org/10.1016/j.fcl.2009.02.001>

- Torrijos, A., Abián, V., Abián, P. y Abián, M. (2009) El tratamiento de la fascitis plantar. *Journal of Sport and Health Research*, 1(2), 123-131. Recuperado de [http://www.journalshr.com/papers/Vol%201\\_N%202/V01\\_2\\_6.pdf](http://www.journalshr.com/papers/Vol%201_N%202/V01_2_6.pdf)
- Tortora, G. y Derrickson, B. (2006) *Principios de Anatomía y Fisiología*. (13ª. Ed.). Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana.
- Trojian, T. y Tucker, A. (2019) Plantar Fasciitis (Fascitis plantar). *American family physician*, 99(12), 744-750. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31194492/>
- Tutté, M. (2016) Terapia por ondas de choque, terapia innovadora para las tendinopatías. *Revista Tendencia en Medicina*, 48 (1), 6-9. Recuperado de <http://indesamedical.com/wp-content/uploads/Estudio-Ondas-de-Choque-Dra-Laura-Tutte.pdf>
- Ulusoy, A., Cerrahoglu, L., y Orguc, S. (2017). Magnetic Resonance Imaging and Clinical Outcomes of Laser Therapy, Ultrasound Therapy, and Extracorporeal Shock Wave Therapy for Treatment of Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of foot and ankle surgery: official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, 56(4), 762–767. Recuperado de <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.02.013>
- Vaamonde, L., Cuenca, C., Monleón, L., Chiesa, R., Labrada, Y., Castro, A., Archanco, M. y Garvin, L. (2018) Aplicación de ondas de choque focales piezoeléctricas en el tratamiento de la fascitis plantar. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, 63(3), 227-232. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.recot.2018.09.002>
- Vahdatpour, B., Mokhtarian, A., Raeissadat, S. A., Dehghan, F., Nasr, N., & Mazaheri, M. (2018). Enhancement of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy with topical corticosteroid in treatment of chronic plantar fasciitis: a randomized control clinical trial. *Advanced biomedical research*, 35(7), 1532-1538. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/jor.23403>
- Viladot, A. (2003) Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. *Revista Española de Reumatología*, 30(9), 469-477. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-reumatologia-29-pdf-13055077>
- Viladot, A. (2022) Biomecánica del tobillo y de la subastragalina. *Monografías de Actualización de La SEMCPT 14(1)*, 09-15. Recuperado de <https://fondoscience.com/mon-act-semcpt/num14-2022/fs2205002-biomecanica-tobillo-y-subastragalina>

- Viladot, A. (1979) *Diez lecciones sobre patología del pie*. Barcelona: Toray.
- Wang, Y., Chen, S., Huang, P., Huang, H., Cheng, Y. y Shih, C. (2019). Efficacy of Different Energy Levels Used in Focused and Radial Extracorporeal Shockwave Therapy in the Treatment of Plantar Fasciitis: A Meta-Analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials. *Journal of Clinical Medicine*, 8(9), 1497. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/jcm8091497>
- Welsch, U. y Sobotta, J. (2008) *Histología*. Ed. Médica Panamericana. España.
- Xu, D., Jiang, W., Huang, D., Hu, X., Wang, Y., (...) Ma, W. (2019). Comparison Between Extracorporeal Shock Wave Therapy and Local Corticosteroid Injection for Plantar Fasciitis. *Foot & Ankle International*, 41(2), 200–205. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/1071100719891111>
- Yáñez, J., Del Vecchio, J., Raimondi, N. y Codesido M. (2010) Riesgo de lesiones quirúrgicas en la fasciotomía plantar percutánea. Estudio anatómico en cadáveres frescos. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 76(2), 141-145. <http://ref.scielo.org/sy35zf>
- Yinilmez, Ö., Geler, D., Mesci, N., y Altunok, E. Ç. (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://doi.org/10.5606/tftrd.2019.3528>
- Zaragoza, K... y Fernández, S. (2013). Ligaments and tendons of the ankle: anatomy and most common disorders analyzed by magnetic resonance. *In Anales de Radiología, México* 12( 2), 81-94. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2013/arm132e.pdf>