

**Universidad Inca Garcilaso De La Vega**  
**Facultad de Tecnología Médica**  
**Carrera de Terapia Física y Rehabilitación**



# **TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO EN LESIONES LIGAMENTARIAS DEL TOBILLO Y PIE**

**Trabajo de investigación**

Trabajo de Suficiencia Profesional

Para optar por el Título Profesional

**VÁSQUEZ BUSTAMANTE, Orlando**

**Asesor:**

Mg. T.M MORALES MARTINEZ, Marx Engels

**Lima- Perú**

**Julio-17**



**TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO EN  
LESIONES  
LIGAMENTARIAS DEL TOBILLO Y PIE**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, hermanos y personas que quiero por ser los pilares más importantes, demostrarme su cariño, apoyarme incondicionalmente y aconsejarme a lo largo de toda mi carrera; gracias por ayudarme a cumplir con mis objetivos propuestos, a superar los obstáculos que se presenten pero sobre todo por darme las herramientas necesarias para realizarme como persona y culminar mis estudios satisfactoriamente.

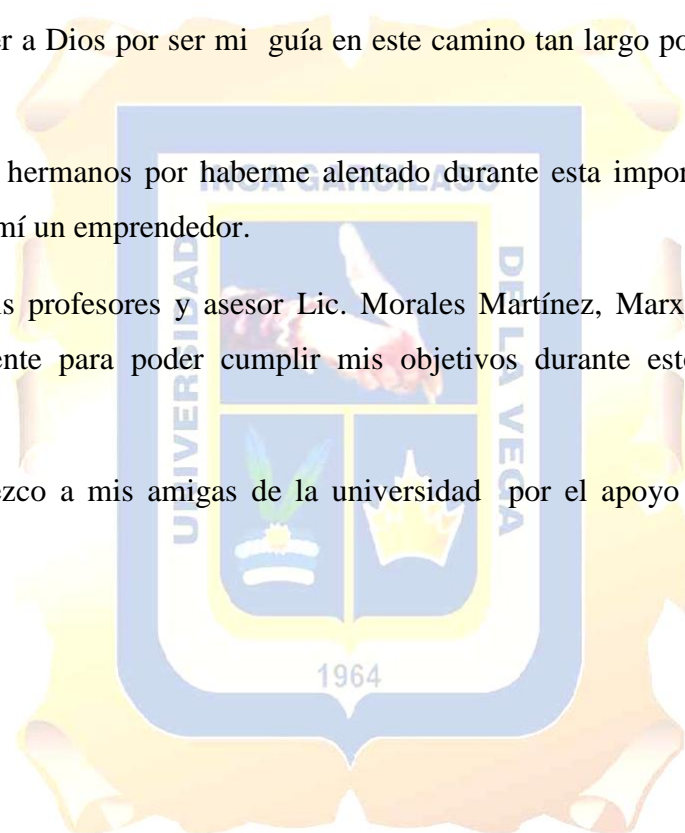
## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios por ser mi guía en este camino tan largo por ser mi fuerza en todo momento.

A mis padres y hermanos por haberme alentado durante esta importante etapa en mi vida y hacer de mí un emprendedor.

Agradezco a mis profesores y asesor Lic. Morales Martínez, Marx, quien me apoyó incondicionalmente para poder cumplir mis objetivos durante estos cinco años de estudios.

También agradezco a mis amigas de la universidad por el apoyo brindado en todo momento.



## RESUMEN

Las lesiones traumáticas de los ligamentos del pie y tobillo son las más frecuentes, existen algunos factores predisponentes (ambientales, anatómicos o biomecánicos), pero se produce por igual en hombres y en mujeres, y son propios del adulto joven, aunque en los deportistas son mucho más frecuentes, también lo son en la población general.

La mayoría de lesiones ligamentarias del tobillo y pie son lesiones agudas, las cuales, algunas de ellas pueden percibir hematomas, hinchazón, equimosis, etc.

Los ligamentos lesionados, con mayor frecuencia son los peroneoastragalinos anterior y posterior, peroneocalcáneo; son los más afectados en este tipo de lesión y se ven dañados tanto el ligamento como la cápsula.

Los objetivos planteados en un tratamiento fisioterapéutico son: reparación del tejido ligamentoso, disminución del dolor y edema, aumento de la movilidad, mejorar rangos articulares, fuerza muscular, propiocepción y lograr una óptima funcionalidad durante sus actividades diarias; para ello se empleará agentes físicos, técnicas manuales y ejercicios terapéuticos.

**Palabras Clave:** anatomía de tobillo y pie, músculos, biomecánica, ligamentos de tobillo y pie, articulaciones de Chopart y Lisfranc.

## ABSTRACT

Traumatic injuries to the foot and ankle ligaments are the most frequent, there are some predisposing factors (environmental, anatomical or biomechanical), but it occurs equally in men and in women, and they are characteristic of the young adult, although athletes are much more frequent, are also common in the general population.

The majority of ligament injuries of the ankle and foot are acute injuries, which, some of them may perceive bruising, swelling, ecchymosis, etc.

The injured ligaments, most frequently are the peroneal and anterior peroneal bone; are the most affected in this type of injury and both the ligament and the capsule are damaged.

The objectives of a physiotherapeutic treatment are: repair of the ligamentous tissue, reduction of pain and edema, increase in mobility, improve joint ranges, muscle strength, proprioception and achieve optimal functionality during daily activities; physical agents, manual techniques and therapeutic exercises will be used.

**Keywords:** ankle and foot anatomy, muscles, biomechanics, ankle and foot ligaments, Chopart and Lisfranc joints.

# INDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL TOBILLO Y PIE.....</b>	<b>12</b>
1.1.-CONCEPTOS BÁSICOS .....	12
1.1.1 HUESOS DE LA ARTICULACIÓN DE TOBILLO Y PIE.....	13
1.1.2 MÚSCULOS DEL TOBILLO Y PIE.....	15
1.1.3. ANATOMÍA ARTICULAR DE TOBILLO Y PIE .....	18
1.1.4.-LIGAMENTOS DEL TOBILLO Y PIE .....	20
1.1.4.1. LIGAMENTO LATERAL (LIGAMENTO EXTERNO) .....	21
1.1.4.2. LIGAMENTO MEDIAL O DELTOIDEO.....	22
1.1.5. VAINAS TENDINOSAS EN EL TOBILLO Y PIE.....	23
1.1.6 INERVACIÓN MOTORA Y SENSITIVA DE TOBILLO Y PIE .....	24
1.1.7.-VASCULARIZACIÓN DE TOBILLO Y PIE .....	25
1.2. BIOMECÁNICA DE TOBILLO Y PIE .....	27
1.2.1 DINÁMICA DEL TOBILLO Y PIE.....	28
1.2.3 CINÉTICA DEL TOBILLO Y PIE.....	28
1.2.4 CINEMÁTICA DE TOBILLO Y PIE.....	28
1.2.5 RANGO DE MOVIMIENTO DEL TOBILLO Y PIE.....	29
1.2.6 CONTROL MUSCULAR DEL TOBILLO Y PIE .....	29
1.2.7 MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIÓN DEL TARSO.....	30
1.2.7.1 MOVIMIENTO DE LA ARTICULACIÓN SUBASTRAGALINA .....	30
1.2.7.2 MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN TARSIANA TRANSVERSA .....	30
1.2.7.3 MOVIMIENTO INTERTARSIANO Y TARSOMETATARSIANO....	31
1.2.8 ESTABILIDAD DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO Y PIE .....	32
1.2.9 DISTRIBUCIÓN DE CARGA DEL TOBILLO Y PIE.....	32
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>34</b>
<b>FISIOPATOLOGÍA ARTICULAR.....</b>	<b>34</b>
2.1.-CONCEPTOS FISIOPATOLÓGICOS .....	34
2.2.-LESIONES LIGAMENTOSAS DE TOBILLO Y PIE.....	34
2.3.-FACTORES PREDISPONENTES.....	35
2.3.1 FACTORES INTRÍNSECOS.....	35
2.3.2 FACTORES EXTRÍNSECOS.....	36
2.4.-EPIDEMIOLOGÍA.....	37
2.5.-PATOGENIA .....	37
<b>CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN FISIOTERAPÉUTICA.....</b>	<b>39</b>
3.1.-CONCEPTOS.....	39

3.2 EXÁMEN FÍSICO .....	39
3.2.1 INSPECCIÓN.....	39
3.2.-PRUEBAS DE EVALUACIÓN .....	40
3.2.1 PRUEBA DE CAJÓN ANTERIOR.....	40
3.2.2 PRUEBA DEL VARO FORZADO .....	41
3.2.4 PRUEBA DE LA INCLINACIÓN TALAR .....	41
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>42</b>
<b>TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO.....</b>	<b>42</b>
4.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....	42
4.2 OBJETIVOS DE TRATAMIENTO.....	42
4.3 AGENTES FÍSICOS .....	43
4.3.1.1 CRIOTERAPIA.....	43
4.3.1.2 LASERTERAPIA.....	43
4.3.1.6 VENDAJE FUNCIONAL .....	48
4.3.1.8 HIDROTERAPIA.....	48
4.4 PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN FUNCIONAL EN LESIONES LIGAMENTARIAS DEL TOBILLO Y PIE.....	49
4.4.1 FASE I (0 a 4 días) .....	49
4.4.2 FASE II (4 a 12 días).....	50
4.4.3 FASE III (12 a 20 días) .....	51
4.4.4 FASE IV (20 a 28 días) .....	52
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>
FIGURA 1: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL TOBILLO Y PIE .....	60
FIGURA 2: HUESOS DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO Y PIE .....	60
FIGURA 3: MÚSCULOS DEL TOBILLO Y PIE .....	62
FIGURA 4: ANATOMÍA ARTICULAR DEL TOBILLO Y PIE .....	63
FIGURA 5: LIGAMENTOS LATERALES Y EXTERNOS DEL TOBILLO Y PIE.....	64
FIGURA 6: VAINAS TENDINOSAS DEL TOBILLO Y PIE.....	64
FIGURA 7: INERVACIÓN DEL TOBILLO Y PIE .....	65
FIGURA 8: VASCULARIZACIÓN DEL TOBILLO .....	66
FIGURA 9: BIOMECÁNICA DEL TOBILLO Y PIE.....	67
FIGURA 10: FACTORES REDISPONENTES.....	67
FIGURA 11: EXÁMEN FÍSICO .....	67
FIGURA 12: PRUEBA DE CAJÓN ANTERIOR .....	68
FIGURA 13: PRUEBA DE VARO FORZADO .....	68
FIGURA 14: PRUEBA DE KLEIGER .....	69
FIGURA 15: PRUEBA DE INCLINACIÓN TALAR.....	69
FIGURA 16: CRIOTERAPIA .....	70
FIGURA 17: MAGNETOTERAPIA .....	70
FIGURA 18: FASE I.....	71



FIGURA 19: EJERCICIOS TERAPÉUTICOS EN LA FASE II ..... 72  
FIGURA 20: EJERCICIOS TERAPÉUTICOS EN LA FASE III..... 73  
FIGURA 21: EJERCICIOS TERAPÉUTICOS EN LA FASE IV ..... 74



## INTRODUCCIÓN

Las lesiones de tobillo y pie son las más frecuentes en los servicios de urgencias; incluyendo a las fracturas que pueden llegar a un promedio de un 15 %, que por lo general son consideradas lesiones menores.<sup>1</sup> Las lesiones ligamentarias de tobillo y pie constituyen una de las patologías más frecuentes que afectan al miembro inferior. Alrededor del 85% de las lesiones se producen en el ligamento lateral externo, mayormente ocurren en las personas más jóvenes y causan discapacidad a corto y largo plazo.<sup>2</sup>

Las lesiones ligamentarias del tobillo y pie, según Lisfranc, se refieren al compromiso óseo o ligamentoso de complejo tarsometatarsal e interconexor de lesiones que van desde un esguince a una fractura o desplazamiento.<sup>3</sup>

Freeman fue uno de los primeros en determinar que la inestabilidad crónica de tobillo se debía en parte a una alteración de los mecanoreceptores articulares con la lesión de la articulación. Konradsen y Ravn estudiaron la reacción de los sujetos con inestabilidad crónica de tobillo a la inversión brusca utilizando electromiografía (EMG) y análisis del movimiento articular.<sup>4</sup>

Según estudios realizados se encontró que en la población norteamericana, el pico de incidencia de esguince del tobillo y pie en las mujeres, ocurre entre los diez y catorce años de edad con una incidencia de 5,4 por 1000 personas al año, mientras que el pico de incidencia en los hombres se calculó entre los quince y diecinueve años de edad, con una incidencia estimada de 8,9 por 1000 personas al año.<sup>5</sup>

Cuando se sufre una lesión articular, el sistema propioceptivo se deteriora produciéndose un déficit en la información propioceptiva. De esta forma la persona es más propensa a sufrir otra lesión. La articulación del tobillo y pie soporta 4 veces el peso corporal total, el rango de movilidad necesario para una marcha normal es tan sólo de 30°, 10° de mecanismo más común de la lesión de tobillo es la inversión del pie en flexión plantar.<sup>6</sup>

En el primer capítulo se abordará definiciones con mayor relevancia sobre anatomía y biomecánica del tobillo y pie, en el segundo capítulo corresponde a la

fisiopatología articular y conceptos de lesiones ligamentarias, posteriormente en el tercer capítulo se mencionan los tipos de pruebas para un diagnóstico en tobillo y pie y en el cuarto capítulo se detallara el tratamiento fisioterapéutico y se concluye con las conclusiones y recomendaciones.



# CAPÍTULO I

## ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

### DEL TOBILLO Y PIE

En la biomecánica de tobillo y pie, este último es el eslabón más distal de la extremidad inferior, que sirve para conectar el organismo con el medio que lo rodea, es la base de sustentación del aparato locomotor y tiene la capacidad, gracias a su peculiar biomecánica, de convertirse en una estructura rígida y flexible en función de las necesidades para las que es requerido y las características del terreno en que se mueve. En la articulación del tobillo, debido a su configuración anatómica es una de las más congruentes y por lo tanto, de las más estables de la extremidad inferior. A través de ella se realizan los movimientos de flexión y extensión del pie. Su correcta morfología es fundamental para el mantenimiento de la bóveda plantar y, desde un punto de vista funcional como afirma Inmann, trabaja junto con las articulaciones subastragalinas y de Chopart.<sup>7</sup> FIGURA 1

#### 1.1.-CONCEPTOS BÁSICOS

El tobillo es una articulación tipo bisagra, reforzada por ligamentos a su alrededor encargados de ofrecer estabilidad y brindar propiocepción.<sup>8</sup>

El tobillo y pie son una fuerte y compleja estructura mecánica que contiene más de 26 huesos, diferentes articulaciones, músculos, ligamentos y tendones. El pie se puede subdividir en tres partes generalmente: retropié, parte media y ante pie.

El retropié está compuesto por el astrágalo y el calcáneo o talón. Los dos huesos largos que componen la pierna, la tibia y el peroné, se conectan con la parte superior del astrágalo para formar el tobillo. Tiene función estabilizadora.

Parte media del pie está formada por cinco huesos irregulares: cuboides, escafoides, y tres huesos cuneiformes, los cuales constituyen los arcos del pie, que sirve como un amortiguador. La parte media del pie está conectada con el antepié y el retropié mediante músculos y la fascia plantar. Función rítmica ya que los huesos que la forman actúan de forma sincrónica.

El antepié se compone de los cinco metatarsianos que forman el metatarso y las falanges del pie. Al igual que los dedos de la mano, el dedo gordo tiene dos falanges (proximal y distal), mientras que el resto de los dedos tienen tres falanges. Las articulaciones entre las falanges se llaman interfalángicas y las que existen entre el metatarso y las falanges se denominan metatarsos falángicos.<sup>9</sup>

### **1.1.1 HUESOS DE LA ARTICULACIÓN DE TOBILLO Y PIE**

#### **A) Tibia extremidad inferior**

Es un hueso constituido por tejido compacto, en el que se encuentra un conducto medular en su centro, más en sus dos extremidades que en su parte media, las dos extremidades tanto superior como inferior están formadas por un tejido esponjoso es la parte menos voluminosa de forma cuboidea. Por abajo se articula con la polea del astrágalo. Posee para este objeto una extensa superficie cuadrilátera, cóncava de delante atrás, con una cresta anteroposterior obtusa, en su parte media y dos porciones laterales.

#### **B) Peroné.**

Hueso largo que está formado de tejido compacto, con un conducto medular muy estrecho en su parte central y sus extremidades están formadas por tejido adiposo, es un hueso, par, no simétrico situado en la parte posterior y externa de la pierna. Más delgado que la tibia, presenta dos extremidades, superior y otra inferior, en la inferior está constituido por el maléolo externo especie de pirámide triangular, que presenta tres caras, tres bordes y un vértice.

#### **C) Huesos del retro pie (tarso)**

- **Astrágalo.-** Es un hueso que está situado entre los dos huesos de la pierna y el calcáneo. Se le considera cuerpo, cabeza y cuello por la presencia de seis caras. Cara superior está ocupada por su mayor extensión por una superficie articular, cara inferior destinada a articularse con el calcáneo, dos carillas la primera anterointerna prolongada de delante atrás, la segunda la carilla posteroexterna, en la cara externa se articula con el maléolo peroneo, que presenta una carilla triangular, de la base superior, la cara interna articulado con el maléolo tibial, presenta una carilla articular en forma de una coma colocada horizontalmente, en la cara anterior tiene la forma de una cabeza, la cabeza es más ancha que alta,

perfectamente circunscrita por arriba y por los lados y continuada por abajo por la carilla anterointerna de la cara inferior del hueso y la cara posterior muy pequeña, más aparece un borde que una cara. En su parte interna se un canal oblicuo hacia abajo y adentro.

- ✓ **Calcáneo.-** El Calcáneo es el hueso más largo de los huesos del tarso y constituye la región anatómica denominada talón. Se articula superior y anteriormente con el astrágalo, y distalmente con el Cuboides. Tiene una forma irregularmente paralelepípedo representando su mitad posterior el talón. En su cara superior distinguimos dos carillas articulares para el astrágalo. Entre ambas carillas existe un surco profundo denominado surco calcáneo, que junto con surco astragalino forma un conducto o cueva ósea: el seno del tarso .La cara inferior es rugosa y presenta dos eminencias: las tuberosidades interna y externa del calcáneo. La cara externa presenta un pequeño tubérculo denominado tubérculo peroneo. En la cara interna podemos observar el canal calcáneo interno debajo del sustentáculo astragalino. La cara anterior es lisa y se articula con el cuboides. La cara posterior forma la parte prominente del talón.

#### **D.-Huesos del medio pie (metatarso)**

- ✓ **Escafoides o navicular.-** Su cara posterior o proximal ofrece una excavación articular para el astrágalo. Su cara anterior o distal presenta tres facetas triangulares para articularse con las cuñas. En la parte interna del hueso se aprecia un saliente denominado tubérculo del escafoides y en la parte externa una carilla plana para el cuboides.
- ✓ **Cuñas o huesos cuneiformes.-** Son tres: primera o medial, segunda o intermedia y tercera o lateral. Todas presentan una cara proximal triangular articulada con el escafoides y una cara distal también triangular articulada con los cuatro primeros metatarsianos.
- ✓ **Cuboides.-** Tiene forma irregularmente cuboidea. Su cara proximal es lisa y se articula con el calcáneo. Su cara distal presenta dos facetas articulares para el cuarto y quinto metatarsiano. En la cara medial presenta dos carillas, una anterior para la tercera cuña y otra posterior para el escafoides. El resto de sus caras (dorsal, plantar y lateral) son rugosas y no articulares. En la cara plantar destaca una cresta, la cresta del cuboides, que divide en dos partes su

cara plantar constituyendo la parte anterior un canal denominado surco del peroneo lateral largo.

### E.-Huesos del ante pie (falanges)

- ✓ **Metatarsianos.-** Son pequeños huesos largos, que se disponen de dentro afuera con los nombres de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto. No se encuentran en el mismo plano sino que forman un arco transversal, más elevado por dentro que por fuera. Cada uno de ellos consta de una base o extremo proximal, un cuerpo o diáfisis y una cabeza o extremidad distal. El quinto suele presentar un saliente posteroexterno a nivel de su base: La apófisis estiloides del quinto metatarsiano. La diáfisis es prismática triangular con base dorsal y arista plantar. El primer metatarsiano (el más grueso) se articula con la primera cuña, el segundo encaja entre las tres cuñas, el tercero sólo se articula con la tercera, el cuarto con la tercera y el cuboides y el quinto sólo con el cuboides. Además todos se articulan entre sí.
- ✓ **Falanges.-** Se conocen con los nombres de primera o proximal, segunda o medial y tercera o distal. El dedo gordo sólo tiene dos falanges: la proximal y la distal. Son muy rudimentarias, presentando una base o extremidad proximal, una diáfisis muy corta y una cabeza o extremidad distal. Las superficies articulares de sus extremidades son trócleas rudimentarias. FIGURA 2

### 1.1.2 MÚSCULOS DEL TOBILLO Y PIE

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN
<b>TIBIAL ANTERIOR</b>	Tercio superior de la cara externa de la tibia.	Cara interna de la primera cuña.	Nervio L4 – L5
<b>EXTENSOR PROPIO DEL DEDO GORDO DEL PIE</b>	Tercio medio de la cara interna del peroné (zona preligamentaria).	Base dorsal de la segunda falange del dedo gordo del pie	Nervio tibial anterior L4- L5- S1
<b>EXTENSOR COMÚN DE LOS DEDOS DEL PIE</b>	Tres cuartas partes superiores de la cara interna del peroné y tuberosidad externa de la tibia.	Cuatro últimos dedos del pie.	Nervio L4- L5- S1

## MÚSCULOS DE TOBILLO Y PIE

<b>PERONEO LATERAL CORTO</b>	Parte media de la cara externa del peroné.	Apófisis estiloides del V metatarsiano.	Nervio musculo cutáneo, rama del ciático poplíteo L4- L5- S1
<b>PERONEO LATERAL LARGO</b>	Parte anterior externa del contorno de la cabeza del peroné y tuberosidad externa de la tibia.	Tubérculo externo de la base plantar del I metatarsiano.	Nervio musculo cutáneo, rama del ciático poplíteo externo L4- L5- S1
<b>TRICEPS SURAL</b>	<p><b>Gemelo interno:</b> cara cutánea del cóndilo interno.</p> <p><b>Gemelo externo:</b> cara cutánea del cóndilo lado externo.</p> <p><b>Soleo:</b> tercio medio del borde interno de la tibia (cabeza tibial) y cara posterior de la cabeza del peroné.</p>	Tendón de Aquiles, caras posteriores e inferiores del calcáneo.	Nervio ciático poplíteo interno y tibial posterior.
<b>TIBIAL POSTERIOR</b>	Dos tercios superiores de la zona externa de la cara posterior de la tibia.	Tubérculo del escafoides expandiéndose a todos los huesos del tarso y metatarso (excepto el astrágalo y al I y V metatarsiano).	Nervio tibial posterior L5- S1.
<b>FLEXOR LARGO DEL DEDO GORDO</b>	Tres cuartos inferiores de la cara posterior del peroné.	Base plantar de la II falange del dedo gordo del pie.	Tibial posterior L5- S1- S2.
<b>FLEXOR COMÚN DE LOS DEDOS DEL PIE</b>	Tercio medio de la cara posterior de la tibia, por dentro de la cresta que lo separa del tibial posterior.	Base plantar de las falanges distales de los cuatro últimos dedos del pie.	Tibial posterior L5- S1.
<b>ADUCTOR DEL DEDO GORDO</b>	Tuberosidad posterior interna de la cara inferior del calcáneo.	Parte plantar de la base de la I falange del dedo gordo del pie.	Nervio plantar interno L5- S1.



## MÚSCULOS DEL TOBILLO Y PIE

<b>FLEXOR CORTO DEL DEDO GORDO DEL PIE</b>	Cara plantar de la segunda y tercera cuña.	Fascículos interno y externo, en el tendón aductor y abductor del dedo gordo del pie.	Nervio plantar interno L5- S1.
<b>ADUCTOR DEL DEDO GORDO</b>	Dos fascículos, el oblicuo y transverso.	Sesamoideo y base plantar externa de la I falange de dedo gordo del pie.	Nervio plantar externo S1- S2.
<b>FLEXOR CORTO PLANTAR</b>	Cara plantar del calcáneo, parte posterior de los tubérculos posteriores externo e interno.	Caras laterales de la II falange de los cuatro últimos dedos del pie.	Nervio L5- S1.
<b>LUMBRICALES PLANTARES</b>	Bordes laterales del tercer, cuarto y quinto tendón del flexor común de los dedos del pie.	Base de la I falange de los cuatro últimos dedos del pie.	Nervio plantar interno para el I lumbrical y nervio externo para el II, III y IV lumbrical.
<b>INTEROSEOS PLANTARES</b>	<b>El primero:</b> cara interna del III metatarsiano. <b>El segundo:</b> cara interna del IV metatarsiano. <b>La tercera:</b> se extiende de la cara interna del V metatarsiano.	<b>El primero:</b> I falange del tercer dedo del pie. <b>El segundo:</b> I falange de cuarto dedo del pie. <b>La tercera:</b> I falange del quinto dedo del pie	Nervio plantar externo S1- S2- S3.
<b>INTEROSEOS DORSALES DEL PIE</b>	<b>El primero:</b> nace en el primer espacio, en las caras laterales del I y II metatarsiano. <b>El segundo:</b> nace en el segundo espacio, en las caras laterales del II y III metatarsiano. <b>El tercero:</b> nace del tercer espacio, en las caras laterales del III y	<b>El primero:</b> cara lateral interna de la I falange del segundo dedo del pie. <b>El segundo:</b> cara lateral externa de la I falange del segundo dedo del pie. <b>El tercero:</b> cara lateral externa de la I falange del tercer dedo del pie. <b>El cuarto:</b> cara lateral de la I falange del cuarto	Nervio plantar externo S1- S2- S3.

	IV metatarsiano. <b>El cuarto:</b> nace en el cuarto espacio, en las caras laterales del IV y V metatarsiano.	dedo del pie.	
<b>FLEXOR CORTO DEL QUINTO DEDO DEL PIE</b>	Parte externa de la cresta del cuboides.	Base plantar de la I falange del quinto dedo del pie.	Nervio plantar externo.
<b>ABDUCTOR DEL QUINTO DEDO DEL PIE</b>	Tuberosidad posterior externa de la cara inferior del calcáneo.	Parte externa de la base de la I falange del quinto dedo del pie.	Nervio plantar externo S1- S2.
<b>OPONENTE DEL QUINTO DEDO</b>	Parte externa de la cresta del cuboides.	Borde externo de toda la longitud del V metatarsiano.	Nervio plantar externo S1- S2.

<sup>10, 11, 12</sup> FIGURA 3

### 1.1.3. ANATOMÍA ARTICULAR DE TOBILLO Y PIE

La articulación del tobillo está formada por el astrágalo, que se articula con los maléolos en sus zonas interna y externa, y por el pilón tibial, en la parte superior, es decir está formada por la polea astragalina dentro de la mortaja tibioperonea, pinza ósea que impide los deslizamientos laterales del tobillo con sus uniones ligamentarias y la cápsula articular.

Sobre la estructura ósea existe una cápsula fibrosa, un conjunto de ligamentos, músculos y tendones que contribuyen a la solidez de la articulación y hacen posible el movimiento de la misma.

#### a) LA ARTICULACIÓN TIBIOPERONEO.

Las articulaciones tibioperoneas superiores e inferiores están separadas del tobillo, pero permiten movimientos accesorios que aumentan la amplitud de movimientos del tobillo. La artrodesis o la inmovilidad de estas articulaciones interfieren en la función del tobillo; la mortaja resistente formada por los extremos inferiores de la tibia y el peroné conformado por La superficie proximal de la articulación del tobillo.

## **b) ARTICULACIÓN DE CHOPART.**

Es una articulación plana está dada por una línea imaginaria que se prolonga por la articulación calcáneo-cuboidea y sigue por la articulación astrágalo-escafoidea, describiendo una doble curva de forma de S muy doble alargada que se denomina generalmente Chopart, que está al límite del retropié con el mediopié.

### ➤ **Articulación suprastragalina o talocrural.**

Es una articulación sinovial en bisagra formada por la mortaja, y la tróclea astragalina, rodeada por una capsula delgada y débil. Junto con la articulación subastragalina, esta articulación esta sostenida en la parte interna por el ligamento colateral medial.

### ➤ **Articulación subastragalina.**

Se trata de una articulación compleja compuesta por tres articulaciones entre el astrágalo y el calcáneo, esta articulación está separados del escafoides tarsal, cuboides y cuñas por la articulación mediotarsiana o de Chopart.

### ➤ **Articulación astragalonavicular**

La articulación astragalonavicular es anatómica y funcionalmente parte de una articulación compleja entre el astrágalo y el navicular y entre las carillas anterior y medial de la articulación subastragalina. La articulación astragalonavicular está sostenido por los ligamentos calcaneonavicular plantar, deltoideo, bifurcado y astragalonavicular dorsal. <sup>14</sup>

## **c) ARTICULACIÓN DE LISFRANC**

La articulación de Lisfranc la componen los tres cuneiformes, cuboides y los cinco metatarsianos; de los cuales, los tres primeros se articulan con sus respectivas cuñas y, el 4° y el 5°, lo hacen con el cuboides. Es un conjunto de articulaciones artrodias reforzado por ligamentos que debe estudiarse en el conjunto formado por el complejo articular de Lisfranc y no como articulaciones aisladas. Este complejo conforma una bóveda asimétrica en el plano frontal de convexidad dorsal y vértice en la articulación entre la tercera cuña y el tercer metatarsiano, una bóveda sagital en concordancia con las arcadas tarsiana y metatarsiana (arcada plantar) y un arco

convexo anterior en el plano horizontal que se extiende desde la zona interna a la externa del pie terminando 20 mm posterior en la zona externa.

➤ **Articulación transversa del tarso**

Esta articulación funcionalmente compleja entre el retropié y el mediopié comprende las articulaciones anatómicamente distintas astragalonavicular y calcaneocuboidea.

➤ **Articulación intertarsiana y tarsometatarsiana**

Son articulaciones planas que refuerzan las articulaciones transversas del tarso y durante el soporte de carga que contribuyen a regular la posición del antepié contra el suelo.

➤ **Articulación metatarso falángicas e interfalángicas de los dedos de los pies**

Las articulaciones metatarso falángicas e interfalángicas de los dedos de los pies son iguales a las articulaciones metacarpo falángicas e interfalángicas de los dedos de la mano, pero, a diferencia de lo que ocurre en las manos, en los pies la amplitud de movimiento en extensión es más importante que la amplitud de movimiento en flexión.<sup>15</sup> FIGURA 4

#### **1.1.4.-LIGAMENTOS DEL TOBILLO Y PIE**

La anatomía clásicamente ha descrito el ligamento como una banda fibrosa resistente situada entre dos piezas óseas adyacentes que las mantiene unidas entre sí formando una articulación. Sus principales funciones son dirigir los movimientos de la articulación y mantener la congruencia articular participando en la estabilidad pasiva. Los ligamentos poseen un gran número de mecanoreceptores que envían información propioceptiva al cerebro para controlar el movimiento. Las terminaciones de los nervios periféricos transmiten información acerca de la posición, el movimiento y el dolor del sistema nervioso central (SNC), siendo esta información crucial para el control de la musculatura que rodea la articulación.

La composición de los ligamentos está compuesta por agua que constituye aproximadamente dos tercios del peso de los ligamentos. El tercio restante está constituido por células principalmente fibroblastos, que producen y mantienen la raíz

circulante, fibras de colágeno que es el principal constituyente de la matriz extracelular. Se trata primordialmente de colágeno de tipo I. Proporciona fuerza al ligamento, las fibras de elastina, con un 5% en seco del ligamento, la elastina es muy importante por su elasticidad. Matriz extracelular son los proteoglicanos, son un componente importante de esta, a pesar de suponer el 1% del peso en seco del ligamento, otras proteínas además del colágeno, la matriz extracelular contiene algunas proteínas diferentes, como tenascina C, que aparece en cantidades pequeñas pero que resultan esenciales para la cicatrización cuando los tejidos se lesionan.

#### **1.1.4.1. LIGAMENTO LATERAL (LIGAMENTO EXTERNO)**

Situado en la parte externa de la articulación comprende tres fascículos, enteramente independientes unos de otros:

**a) Ligamento talofibular anterior.-** Es un ligamento plano, cuadrilátero, relativamente fuerte y en íntimo contacto con la capsula este ligamento talofibular anterior se origina en el borde anterior del maléolo lateral. Desde su origen se dirige anteromedialmente para insertarse en el cuerpo del astrágalo, justo anterior a la superficie articular destinada al maléolo lateral, en dos pequeños tubérculos óseos visibles en preparaciones anatómicas óseas, correspondientes a la inserción de cada una de sus bandas.<sup>16</sup>

**b) Ligamento calcaneoperoneo.-** Es un ligamento grueso y cordonal, que se origina en el borde anterior del maléolo lateral, justo debajo del origen de la banda inferior del ligamento talofibular anterior y se dirige hacia atrás, abajo y medialmente, para insertarse en un pequeño tubérculo localizado en la zona posterior de la cara lateral del calcáneo, posteriormente a la tróclea peroneal.<sup>17</sup>

**c) Ligamento astragaloperoneo posterior.-** Se origina en la superficie medial del maléolo lateral en la fosa del maléolo, y desde su origen cursa horizontalmente hacia la zona posterolateral del astrágalo. Sus fibras se insertan a lo largo de la cara lateral del astrágalo, en una superficie rugosa a modo de canal situada a lo largo del borde posteroinferior de la superficie maleolar lateral del astrágalo y otras fibras, más largas, se insertan en la superficie posterior del astrágalo, pudiendo alcanzar mediante expansiones el tubérculo posterolateral del astrágalo, el proceso trigonal, pudiendo también contribuir en la formación del túnel del tendón del músculo flexor largo del dedo gordo.

#### 1.1.4.2. LIGAMENTO MEDIAL O DELTOIDEO

El ligamento medial (LM) es un extenso ligamento de aspecto multifascicular que se extiende desde el maléolo medial a modo de abanico hacia los huesos del pie, navicular, astrágalo y calcáneo. Debido a que los orígenes e inserciones de los distintos fascículos o componentes del ligamento medial (LM) son contiguos y poco definidos, son numerosas las variaciones en las descripciones anatómicas como consecuencia de las diferentes interpretaciones por parte de los distintos autores, siendo usualmente su división artificial.

Los ligamentos que componen el plano superficial cruzan dos articulaciones, la del tobillo y la subtalar, mientras que los que forman el plano profundo sólo lo hacen para la articulación del tobillo.

**Ligamento tibio navicular.-** Se origina en el borde anterior del colliculus anterior de la tibia y se inserta en zona dorsomedial del navicular fusionándose algunas de sus fibras con el ligamento calcaneonavicular superomedial.<sup>18</sup>

**Ligamento tibio talar posterior profundo.-** Originado en un amplia zona del maléolo tibial, región posterior del colliculus anterior, escotadura intercollicular y región anterior del colliculus posterior, se dirige hacia el distal para insertarse en la cara medial del astrágalo, por debajo de la superficie articular maleolar, alcanzando el tubérculo posteromedial de la cola del astrágalo.<sup>19</sup>

**Ligamento tibiocalcáneo.-** Originado en la cara medial del -colliculus -anterior se inserta en el borde medial del -sustentaculum- tali. Este ligamento a través de un pequeño número de fibras puede alcanzar el ligamento calcaneonavicular superomedial.

**Ligamento tibiotalar anterior profundo.-** Originado del colliculus anterior y de la escotadura intercollicular del maléolo medial, se inserta en la cara medial del astrágalo, justo debajo de la parte anterior de la superficie articular maleolar. La articulación del tobillo constituye una unidad funcional integrada por la suma de varias articulaciones.

FIGURA 5

### **1.1.5. VAINAS TENDINOSAS EN EL TOBILLO Y PIE**

El cambio de la organización vertical de la pierna a la orientación horizontal del pie hace que todos los tendones, vasos y nervios que entran en el pie se doblen hacia delante. La existencia de los distintos retináculos mantiene las estructuras cerca de los huesos del tobillo y evita que los tendones queden tensos.

El retináculo extensor superior es un refuerzo de la fascia de la pierna justo por encima del tobillo. Se fija lateralmente al extremo inferior del peroné y medialmente a la tibia, y cubre la estructura del comportamiento anterior de la pierna. Un fuerte tabique va desde su superficie profunda hasta la tibia, separando un compartimiento medial para el tendón del músculo tibial anterior del compartimiento lateral para los tendones de los músculos extensores largos.

El retináculo extensor inferior es una banda bien definida en forma de Y que recubre el dorso del pie y la parte frontal de tobillo. El tallo de la Y parte de la cara superior del calcáneo y en forma de dos láminas, una superficial y otra profunda a los tendones del tercer peroneo y el extensor largo de los dedos. En el borde medial de este último tendón, las dos láminas convergen y las ramas de la Y comienzan a separarse.

Una rama se dirige hacia arriba y el medialmente para insertarse en el maléolo medial. Pasa sobre el tendón del extensor largo del dedo gordo, los vasos dorsales del pie y el nervio peroneo profundo, pero se separa para formar un conducto aparte para el tendón del músculo tibial anterior. La rama inferior de la Y pasa medialmente cruzando el borde medial del pie y se pierde en la fascia profunda de la planta del pie.

El retináculo flexor se extiende desde el maléolo medial hasta la cara medial de la tuberosidad del calcáneo. Desde su cara profunda pasan unos tabiques hasta la parte posterior del extremo inferior de la tibia y de la cápsula de la articulación del tobillo.

Los cuatro conductos definidos por esos tabiques transmiten, empezando medialmente, el tendón del músculo tibial posterior, el del flexor largo de los dedos, los vasos tibiales posteriores y el nervio tibial, y el tendón del flexor largo del dedo gordo.

El borde superior del retináculo flexor se continúa con el tabique intermuscular transversal. Su borde inferior se continúa con la fascia profunda de la planta y da origen a las fibras del músculo abductor del dedo gordo. Los retináculos de los peroneos son unos engrosamientos de la fascia de la cara lateral del tobillo.

El retináculo peroneo superior se extiende desde el maléolo lateral hacia la fascia de la cara posterior de la pierna y hasta la cara lateral del calcáneo. El retináculo peroneo inferior es un engrosamiento de la fascia, cuyos extremos se fijan en la cara lateral del calcáneo. FIGURA 6

### **1.1.6 INERVACIÓN MOTORA Y SENSITIVA DE TOBILLO Y PIE**

La inervación de tobillo y pie proviene de ramas del nervio ciático, a excepción de un pequeño territorio cutáneo aportado por el nervio safeno, rama del nervio femoral. El nervio ciático es el nervio más largo y voluminoso del cuerpo humano. Es un nervio mixto, resultado de la unión de las ramas ventrales de los nervios lumbares L4-L5 y de los sacros S1-S3. Desde su emergencia en la región glútea, este nervio discurre en sentido distal por la cara posterior del muslo hasta alcanzar la región poplíteica, donde se divide en sus dos ramas terminales: el nervio peroneo común y el nervio tibial.

El peroneo común se dividirá posteriormente en sus dos ramas terminales: nervio peroneo profundo y superficial, mientras que el nervio tibial lo hará en sus dos ramas terminales, nervio plantar medial y lateral, a nivel del canal o túnel tarsiano

El nervio peroneo común, a través de sus dos ramas terminales, es el responsable de la inervación motora de los compartimientos musculares anterior y lateral de la pierna, y del único músculo situado en el dorso del pie, el músculo extensor corto de los dedos.

La rama lateral del nervio peroneo común, el nervio peroneo superficial, proporciona la inervación motora de los músculos del compartimiento lateral (músculo peroneo largo y corto) y de la mayor parte de la inervación sensitiva del dorso del pie. Por lo tanto, desde el punto de vista motor podemos asociar a este nervio con el movimiento de eversión del pie y en parte con la flexión plantar del tobillo debido a la situación retromaleolar de los tendones peroneos.

La rama medial del nervio peroneo común, el nervio peroneo profundo, es la responsable de la inervación motora de los músculos del compartimiento anterior de la pierna y del músculo extensor corto de los dedos. Los músculos del compartimiento de la pierna son, de medial a lateral a nivel del tercio distal del tobillo, el músculo tibial



anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos y el músculo peroneo anterior.

Todos estos músculos, debido a su situación anterior al eje bimaleolar, actuarán como flexores dorsales del tobillo. Los más mediales contribuirán a los movimientos de inversión del pie, de forma especial el músculo tibial anterior, mientras que los más laterales ayudan en la eversión. Aquellos músculos cuyo nombre indique una función, ésta se realizará a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas (extensor largo del dedo gordo, extensor largo y extensor corto de los dedos). En conclusión, el nervio peroneo profundo es el responsable de la flexión dorsal del tobillo y de la extensión de los dedos del pie.

Desde el punto de vista de su territorio de inervación cutánea, el nervio peroneo profundo cubre de forma característica el dorso del primer espacio intermetatarsiano y del primer espacio interdigital. El nervio tibial proporciona la inervación motora de todos los músculos posteriores de la pierna, y a través de sus ramas terminales, nervio plantar lateral y medial, de la musculatura intrínseca plantar.

La musculatura posterior de la pierna está formada, en el compartimiento superficial, por el tríceps sural y en el profundo, de medial a lateral, por los músculos tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo, a nivel del tercio distal de la pierna.

El nervio plantar lateral inerva los músculos intrínsecos para el 5º dedo, ubicados en el compartimiento plantar lateral. Mientras que el nervio plantar medial inerva a los músculos intrínsecos del dedo gordo, ubicados en el compartimiento plantar medial. Los músculos del compartimiento plantar central están inervados por uno u otro nervio. Por este motivo, se puede considerar al nervio tibial como responsable de la flexión plantar del tobillo, la inversión del pie y la flexión digital. Su territorio sensitivo cubre prácticamente toda la región posterior de la pierna y plantar del pie. FIGURA 7

### **1.1.7.-VASCULARIZACIÓN DE TOBILLO Y PIE**

La vascularización arterial del tobillo y pie proviene de tres arterias: tibial anterior, tibial posterior y peronea.

**a) La arteria tibial anterior:** al llegar al tobillo y después de pasar por debajo de los retináculos de los músculos extensores, pasa a denominarse arteria dorsal del pie.

Se dirige al externo posterior del primer espacio interóseo, a través del cual alcanza la región plantar y se anastomosa directamente con la terminación de la arteria plantar externa.

- Arterias maleolares anteriores interna y externa.
- Arteria tarsiana externa, que se sitúa bajo el pedio y se dirige al borde externo del pie, que se anastomosa con ramas de plantar externa.
- Arteria dorsal del metatarso, que se dirige transversalmente hacia afuera formando un arco cóncavo hacia arriba
- Arteria interósea del primer espacio, que dará la colateral dorsal interna del segundo.

**b) La arteria tibial posterior:** se distribuye en el compartimiento posterior en el compartimiento posterior.

- Algunas ramas que ascienden por el borde interno del tarso para anastomosarse con la arteria maleolar interna anterior. Sería la arteria maleolar interna posterior.
- Ramos articulares para las articulaciones tibiotarsianas y astragalocalcánea.
- Ramos calcáneos internos que nacen dentro del canal del calcáneo y vascularizan el periostio subyacente, el músculo flexo corto plantar y el músculo aductor del dedo gordo.
- Arteria plantar interna, que se dirige a la cabeza del primer metatarsiana donde termina suministrando la colateral interna del primer, dedo dando ramas para el aductor y flexor corto del dedo gordo, flexor corto plantar, huesos del tarso y metatarso y articulaciones vecinas.
- Arteria plantar externa, que es más gruesa y se dirige oblicuamente hacia delante y hacia fuera, para luego curvarse hasta alcanzar el primer espacio interóseo, donde termina anastomosándose con la pedia.

**c) La arteria peronea:** se localiza detrás del peroné y se dirige distalmente en dirección al calcáneo. Irriga los músculos de la cara lateral de la pierna y es muy importante vaso colateral longitudinal a través de su rama comunicante con la arteria tibial posterior y su rama perforante hasta la arteria tibial anterior.

Con respecto a la anatomía venosa, cabe señalar que las venas de los miembros inferiores se clasifican entre redes: profundas, superficiales, anastomótica.

Las venas profundas tienen una localización subaponeurótica y suelen ser venas concomitantes en número par que siguen a las arterias que han sido desarrolladas en este aparato y que, por ello, reciben el mismo nombre.

Las venas superficiales son supra aponeuróticas y no tienen arterias homólogas. En relación a la región anatómica del tobillo, dos venas mayores cruzan la articulación: safena mayor y safena menor. La vena safena mayor o magna se origina en la región medial del pie, recoge sangre de la red venosa dorsal del pie y arco venoso dorsal, y asciende por delante del maléolo medial y el lado medial de la pierna y muslo hasta desembocar en la vena femoral. La vena safena menor nace en la región lateral del pie, recoge la sangre de la red venosa dorsal del pie y arco venoso dorsal, y asciende por detrás del maléolo lateral y en sentido latero medial hacia la fosa poplítea, donde desemboca en la vena poplítea.<sup>21</sup> FIGURA 8

## **1.2. BIOMECÁNICA DE TOBILLO Y PIE**

La biomecánica del pie y el tobillo es completa, y ambas están asociadas de manera completa una con otra. El pie es una parte mecánica integral de la extremidad inferior y es necesaria para una marcha suave y estable. El tobillo transfiere la carga de la extremidad inferior al pie e influye íntimamente en la orientación del pie con el suelo.

El pie está compuesto por 28 huesos cuyos movimientos están estrechamente interrelacionado. Además de actuar como una plataforma de soporte estructural capaz de aguantar cargas repetitivas múltiples del peso corporal, el tobillo y el pie también debe ser capaz de ajustarse a diferentes superficies de suelo y varias las velocidades de locomoción.

El tobillo está compuesto por tres huesos que forma la mortaja del tobillo. Este complejo articular se construye por las articulaciones tibio astragalina, peroneo-astragalina y tibio-peronea, el tobillo es una articulación de bisagra cuya estabilidad depende de la congruencia articular y de los ligamentos externos, internos y los de la sindesmosis.

### **1.2.1 DINÁMICA DEL TOBILLO Y PIE**

Se requieren estudios dinámicos de la articulación del tobillo para apreciar las fuerzas que actúan sobre el tobillo normal mientras se nada o se corre, la fuerza compresiva principal a través del tobillo normal durante la marcha se produce por la contracción de los músculos gastrocnemios y soleo. El musculo tibial anterior produce fuerzas compresivas leves en el inicio de la fase portante de < 20% del peso corporal. Se produjo una fuerza compresiva de 5 veces el peso corporal en el final de la fase portante por la contracción de la musculatura posterior de la pantorrilla.<sup>22</sup>

### **1.2.3 CINÉTICA DEL TOBILLO Y PIE**

Las fuerzas pícoverticales alcanzan el 120% del peso corporal durante la marcha y se aproxima al 275% durante la carrera. La distribución de las cargas bajo el pie durante la puesta en carga ha sido objeto de intensa investigación en la última mitad del siglo. Inicialmente, promulgó el concepto de un arco metatarsiano transversal, en el que las cargas se mantenían por el talón, el primer y el quinto metatarsiano, como si el pie fuera un trípode, por lo tanto la dinámica de la marcha supone la primera influencia sobre la presión plantar durante la marcha.

La distribución de las presiones plantares cambia con el calzado, el calzado reduce la presión pico del talón produciendo una distribución de presión más uniforme en el talón. Con zapatos, la distribución de la carga del antepié se desplaza medialmente con la máxima presión bajo la cabeza del primero y segundo metatarsiano

### **1.2.4 CINEMÁTICA DE TOBILLO Y PIE**

El movimiento global del pie y tiene lugar en entorno a tres ejes y sobre tres planos. La flexión- extensión tiene lugar en el plano sagital, la abducción- aducción en el plano horizontal o transversal, y la inversión-eversión en el plano coronal o frontal. La supinación y la pronación son términos comúnmente usados para describir el posicionamiento de la superficie plantar del pie y tiene lugar principalmente en la articulación subastragalina.

Durante la supinación la suela se orienta medialmente y durante la pronación la suela se orienta lateralmente, la supinación es una combinación de inversión, flexión y aducción. La pronación es una combinación de eversión, extensión y abducción. El movimiento del dedo incluye flexión, extensión, aducción y abducción.

### **1.2.5 RANGO DE MOVIMIENTO DEL TOBILLO Y PIE**

El movimiento del tobillo se produce principalmente en el plano sagital y se describe como flexión plantar y flexión dorsal. Se ha publicado un amplio rango de movimiento normal de tobillo y depende de si el movimiento se mide clínicamente con un goniómetro. Las mediciones radiográficas muestran un movimiento normal de 10° a 20° de flexión dorsal y el 40° a 55° de flexión plantar. Este movimiento de mediopie explica la aparente habilidad del pie para flexionar dorsal y plantarmente tras la fusión del tobillo.<sup>22</sup>

El patrón normal de movimiento del tobillo se ha estudiado profundamente (lamoreaux 1971), en donde el contacto del talón, el tobillo está en una ligera flexión plantar, la flexión plantar incrementa hasta el pie plano pero el movimiento rápidamente se invierte hacia la flexión dorsal durante la mitad de la fase portante a medida que el cuerpo sobrepasa el pie. El movimiento vuelve de nuevo a la flexión plantar con el despegue de los dedos, el tobillo se flexiona dorsalmente de nuevo en la mitad de la fase oscilante y cambia a una ligera flexión plantar en el contacto del talón.

Sammarco (1973) llevó a cabo el análisis de los centros instantáneos de rotación y de las velocidades de superficie tanto en tobillos normales con disfunción. Encontraron que los centros instantáneos de rotación caían dentro de los astrágalos de los tobillos normales, en sus posiciones cambiaban con el movimiento de tobillo. Esto confirma que el eje de rotación de tobillo no permanece constante con el movimiento. Empezando en flexión plantar completa, la articulación del tobillo pronto mostró distracción a medida que comenzaba la flexión dorsal. Entonces tiene lugar el deslizamiento hasta que se alcanzó la flexión dorsal completa y se produjo la compresión de la articulación. FIGURA 9

### **1.2.6 CONTROL MUSCULAR DEL TOBILLO Y PIE**

En el control muscular del tobillo y pie durante la marcha, los músculos dorsiflexores del tobillo actúan durante el contacto inicial del pie y la reacción a la carga para contrarrestar el torque de la flexión plantar y controlar el descenso del pie hacia el suelo. Estos músculos también actúan durante la fase de balanceo para evitar la flexión plantar del pie y el arrastre sobre el suelo; la destrucción de los músculos dorsiflexores provoca el arrastre del pie en el momento del contacto con el suelo y la flexión excesiva de la cadera y la rodilla durante el balanceo.

Los flexores plantares del tobillo ejercen una acción excéntrica durante la marcha que controla la velocidad del desplazamiento anterior de la tibia. Una vez que se cumple aproximadamente el 40% del ciclo de la marcha tiene lugar una intensa actividad concéntrica para comenzar la flexión plantar del tobillo a fin de propulsar el pie. La disfunción de estos músculos provoca un ligero arrastre de la extremidad inferior durante la fase terminal y no permite el despegue de los dedos.

Los eversores del tobillo dan la contracción del músculo peroneo largo en la fase de apoyo medio avanzada, facilita la transferencia de peso medio corporal desde el lado lateral hacia el medial del pie. Este mecanismo también estabiliza el primer rayo y favorece la torsión en pronación de las articulaciones tarsometatarsiana acompañada del aumento de la supinación del retropié.

En los inversores de tobillo el músculo tibial anterior contribuye al control de las fuerzas de pronación del retropié durante la fase de reacción a la carga; los músculos intrínsecos soportan los arcos transversal y longitudinal durante la marcha.<sup>23</sup>

## **1.2.7 MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIÓN DEL TARSO**

### **1.2.7.1 Movimiento de la articulación subastragalina**

La articulación entre el astrágalo y el calcáneo se denomina articulación subastragalina. Su complejo movimiento en tres planos produce los movimientos de supinación y pronación, referidos clínicamente como inversión y eversión subastragalina. Esta articulación es responsable junto con las articulaciones tarsiana transversa de transformar la rotación tibial en supinación y pronación del antepié. Debido a que la articulación del tobillo en cierto modo es una articulación de un único eje, el movimiento subastragalino reduce las sollicitaciones rotatorias sobre la articulación del tobillo. El movimiento subastragalino medio es de 20 a 30° de inversión y de 5 a 10% de eversión. El movimiento funcional subastragalino durante la marcha es de 10 a 15%. Durante el ciclo de la marcha, el talón contacta con el suelo en ligera inversión, seguido de la rápida eversión hasta un máximo de 5 a 10° a 10% del ciclo de la marcha.

### **1.2.7.2 Movimientos de la articulación tarsiana transversa**

La articulación tarsiana transversa, articulación de Chopart, comprende articulaciones astrágalo-escafoidea y calcáneo-cuboidea. Manter en 1941 describió dos ejes de movimiento en la articulación tarsiana transversa: Un eje longitudinal y un eje

oblicuo. El eje longitudinal se orienta  $15^\circ$  hacia arriba respecto a la horizontal y  $9^\circ$  medialmente respecto del eje longitudinal respecto del eje longitudinal de pie. La inversión y eversión se produce alrededor del eje longitudinal. El eje oblicuo se orienta  $52^\circ$  hacia arriba respecto la horizontal y el  $57^\circ$  anteromedialmente.

### **1.2.7.3 Movimiento intertarsiano y tarsometatarsiano**

Las articulaciones entre las tres cuñas, el cuboides y los cinco metatarsianos producen un pequeño movimiento. Las articulaciones intertarsianas son muy congruentes y exhiben un movimiento de deslizamiento mínimo entre sí. Las articulaciones tarso-metatarsiana, conocidas como articulación de Lisfranc son intrínsecamente estables debido a su configuración en forma del arco más apreciable en la selección transversal. La base del segundo metatarsiano se retrasa hacia el medio pie, formando una configuración en forma de llave con la cuña intermedia. Un fuerte ligamento conocido como ligamento de Lisfranc une la base del segundo metatarsiano a la cuña medial. El movimiento de las tres primeras articulaciones entre el metatarso y las cuñas es mínimo comparado con las articulaciones entre el cuarto y quinto metatarsiano y el cuboides.

El primer dedo debe acometer un amplio abanico de movimientos del pie para llevar a cabo una gran variedad de tareas. La primera articulación metatarso falángica tiene un rango de movimiento de  $30^\circ$  de flexión plantar a los  $90^\circ$  de flexión dorsal con respecto al eje longitudinal de la diáfisis del primer metatarsiano. El movimiento de superficie de la primera articulación metatarso falángicas se caracteriza por el deslizamiento tangencial de la máxima flexión plantar a la moderada dorsiflexión, con cierta comprensión articular en la máxima dorsiflexión determinaron el área de contacto de la superficie de la cabeza del primer metatarsiano en  $0,38\text{cm}^2$  en la posición neutra, que se reduce a  $0.04\text{cm}^2$  en la dorsiflexión neutra. El primer dedo proporciona estabilidad a la cara interna del pie a través de mecanismo del tono de la aponeurosis plantar.

Los cuatro dedos laterales con semejantes a los dedos de la mano. Los dedos son más pequeños tienen tres falanges, el movimiento, que se originan dentro de la pierna, y por los músculos intrínsecos, que se origina dentro del pie. El movimiento normal de la articulación metatarso falange es aproximadamente de  $90^\circ$  de extensión a  $50^\circ$  de flexión.

### **1.2.8 ESTABILIDAD DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO Y PIE**

La estabilidad de la articulación tibioperoneoastragalina depende tanto de su congruencia articular como de las estructuras ligamentarias del apoyo. Los ligamentos laterales del tobillo responsables de resistir la inversión y la rotación interna son el ligamento peroneo-astragalino anterior, ligamento peroneo-calcáneo y el ligamento peroneo-astragalino posterior. Los ligamentos deltoideo superficial y profundo son responsables de resistir la sollicitación de eversión y rotación externa. Los ligamentos responsables de mantener la estabilidad entre las partes distales de tibia y peroné son los ligamentos sindesmosis. Los ligamentos de la sindesmosis consisten en el ligamento tibio-peroneo anterior, ligamento tibio-peroneo posterior, ligamento tibio-peroneo transversal y el ligamento interóseo.

Los ligamentos laterales del tobillo son los más comúnmente lesionados y por lo tanto son los más frecuentemente estudiados. Los ligamentos peroneo-astragalino y peroneo-calcáneo forman un ángulo de 105° entre sí. Actúan de forma sinérgica para resistir las fuerzas de inversión del tobillo, el ligamento peroneo-astragalino anterior está sometido a tensión máxima en flexión plantar y el ligamento peroneo-calcáneo está sometido a la tensión máxima en flexión dorsal del tobillo. Las funciones accesorias del ligamento peroneo-astragalino anterior son las de ofrecer resistencia al desplazamiento astragalino anterior respecto a la mortaja clínicamente referido como cajón anterior y a la rotación interna del astrágalo dentro de la mortaja, estas lesiones se producen más comúnmente como resultado de aterrizar o caer sobre un tobillo en flexión plantar o inversión.

### **1.2.9 DISTRIBUCIÓN DE CARGA DEL TOBILLO Y PIE**

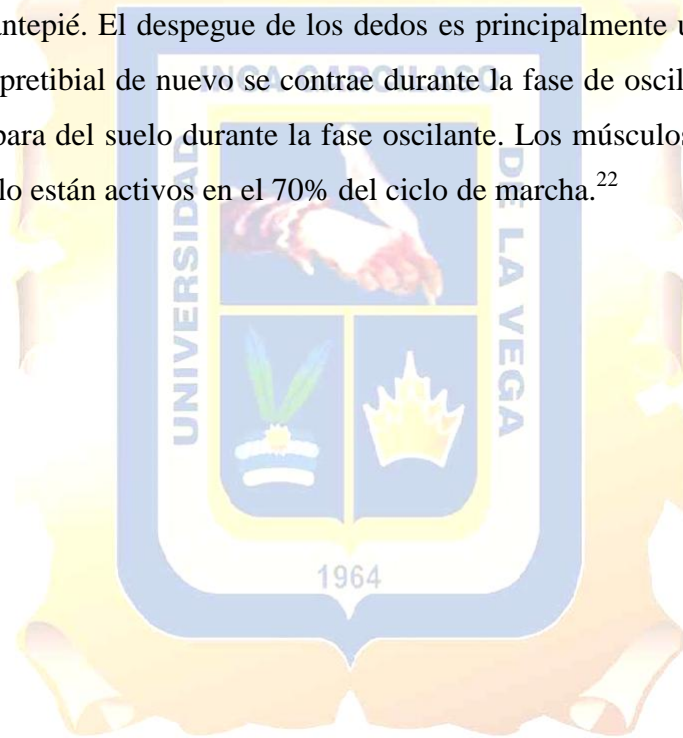
El tobillo tiene un área de superficie de carga relativamente grande de 11 a 13 cm<sup>2</sup> induciendo menores sollicitaciones a través de esta articulación que en la rodilla o la cadera (Greenwald 1977).

La distribución de la carga sobre el astrágalo se determina por la posición del tobillo y la integridad ligamentaria. Durante la carga, de 77 a 90% de esta se transmite a través de la meseta tibial hacia la capsula astragalina con el resto sobre las facetas astragalinas medial y lateral (Calhoun et al., 1994).

A medida que el tobillo se carga se mueve hacia la inversión, se carga más sobre las facetas astragalina medial. La inversión del tobillo incrementa sobre la faceta



astragalina lateral, el centro de posición del área de contacto se mueve de posterior a anterior, des la flexión plantar a la flexión dorsal, y de medial a lateral, durante el movimiento de inversión y eversión (Calhoun et al., 1994). Durante el ciclo de la marcha se producen principalmente como resultado de las restricciones pasivas de las articulaciones y ligamentos, la electromiografía ha mostrado que se produce la actividad muscular durante la marcha normal. En el contacto con el talón, la musculatura pretibial descarga excéntricamente para controlar el descenso del antepié y prevenir la caída brusca del pie. En la parte media de la fase portante, la musculatura de la pantorrilla se contrae para controlar el movimiento hacia delante del cuerpo sobre el pie y prevenir así la marcha en flexión de rodillas. Los músculos intrínsecos también se contraen durante la parte media de la fase portante hasta el despegue de los dedos para ayudar en la estabilidad del antepié. El despegue de los dedos es principalmente un proceso pasivo. La musculatura pretibial de nuevo se contrae durante la fase de oscilante para asegurar que el pie se separa del suelo durante la fase oscilante. Los músculos flexores dorsales del pie y el tobillo están activos en el 70% del ciclo de marcha.<sup>22</sup>



# CAPÍTULO II

## FISIOPATOLOGÍA ARTICULAR

### 2.1.-CONCEPTOS FISIOPATOLÓGICOS

En una lesión ligamentosa hay una alteración del sistema propioceptivo, principalmente los mecanorreceptores, que hace disminuir la velocidad de conducción nerviosa, el control postural y la movilidad. No obstante, esta lesión produce una inestabilidad a nivel funcional debido a una alteración del sistema propioceptivo de la zona, es decir, en los ligamentos se encuentran gran cantidad de receptores, y al lesionarse se altera toda la propiocepción de tobillo y pie.<sup>20</sup>

### 2.2.-LESIONES LIGAMENTOSAS DE TOBILLO Y PIE

Las lesiones ligamentosas son lesiones causadas por la distensión del aparato capsulo ligamentoso de una articulación provocada por un movimiento forzado más allá de los límites fisiológicos.

Estas lesiones se producen por traumatismos externos o por giros excesivos de la planta y dorso del pie, hacia la inversión o hacia eversión.<sup>24</sup> En principios las lesiones pueden ser totales o parciales, en algunos casos puede desprenderse pequeños fragmentos óseos, provocando daños en cada una de las diferentes articulaciones de pie.<sup>25</sup>

Las principales articulaciones del pie están unidas entre sí mediante ligamentos, o por partes protectoras engrosadas de sus cubiertas. Cualquiera de estos ligamentos puede dañarse por tirones anormales, normalmente el resultado de un giro repentino o al caer mal tras un salto.<sup>26</sup>

En una lesión de tobillo y pie pueden existir fracturas y desgarros de ligamentos que pueden afectar a cualquiera de los 26 huesos, pero normalmente sucede en los metatarsianos, como por ejemplo el contacto en los deportes, en caídas de alto impacto, en personas que tienen una baja densidad ósea debido a una pobre nutrición, osteoporosis; son más susceptibles a tener este tipo de lesiones.<sup>27</sup>

Siguiendo un criterio clínico las lesiones más particulares del pie que podemos clasificar son los esguinces de tobillo en 3 grados, según su severidad:

**Grado I:** Este grado supone un estiramiento ligamentos sin desgarro macroscópico, con leve inflamación y sensibilidad dolorosa, sin o con mínima pérdida de funcionalidad. Se trata de una lesión microscópica donde no existe inestabilidad mecánica.

**Grado II:** Este estado consiste en una rotura parcial ligamentosa, con presencia de desgarro macroscópico, dolor leve ha moderado, edema sobre las estructuras afectadas y equimosis local. Se suele acompañar de perdida de la movilidad articular y una ligera inestabilidad.

**Grado III:** También conocido como severo, se trata de una lesión completa con pérdida de integridad ligamentosa, importante edema y equimosis. Se suele acompañar de moderada a severa inestabilidad mecánica, con una marcada pérdida de la funcionalidad y movilidad articular. Homeostasis vascular.

### 2.3.-FACTORES PREDISPONENTES

Las lesiones ligamentosas de tobillo y pie pueden tener factores predisponentes como el exceso de peso, existencia de esguinces previos, sexo femenino (en relación al uso constante de tacos), alteraciones propioceptivas previas, mal balance muscular, inadecuada coordinación de la musculatura agonista y antagonista o un tendón de Aquiles rígido y poco flexible.<sup>25</sup>

#### 2.3.1 FACTORES INTRÍNSECOS

1) **La edad:** según la mayoría de estudios, en los deportistas con gran trayectoria mayor es el riesgo de sufrir una lesión de tobillo.

2) **Sexo:** las mujeres son más propensas a lesiones de rodilla sobre todo del ligamento cruzado anterior (LCA). En cuanto al tobillo hay disparidad de resultados en diferentes series. La mayoría afirma que también en el tobillo la mayor incidencia coincide con el sexo femenino. Las razones son anatómicas, hormonales y neuromusculares. Se afirma que se aumenta el riesgo de sufrir una lesión de rodilla en la semana antes del comienzo de la menstruación. No hay datos con relación al esguince de tobillo. En valores absolutos, el sexo masculino es más prevalente a la hora de sufrir una lesión de tobillo.

**3) Historia previa de esguinces de tobillo:** Bosien et al afirman que tras sufrir un esguince de tobillo por inversión, la musculatura evertora permanecerá debilitada durante al menos 10 años. Tropp opina que la probabilidad de sufrir un nuevo esguince es dos o tres veces mayor si hay una historia previa. El déficit propioceptivo, la laxitud residual o desequilibrio muscular, una rehabilitación inadecuada o una reincorporación a la actividad demasiado precoz son las causas responsables.

**4) Factores relacionados con el pie:** el pie varo, ya que tensa continuamente al LLE del tobillo; retropié valgo porque aunque el LLE y los músculos peroneos se encuentran sin tensión propioceptiva al contrario que el tibial posterior, si se produce un movimiento brusco no hay control muscular ni ligamentoso que contrarreste el latigazo; tendón de Aquiles corto o contracturas del mismo al forzar el pie en inversión y girar su borde externo hacia la flexión plantar; antepié cavo; metatarsalgia de la primera cabeza del pie que provoca un mal apoyo plantar; desequilibrio entre los agonistas y antagonistas de la flexión dorsal y plantar, así como de la inversión y eversión del pie a favor de la flexión plantar e inversión.

**5) Otros factores:** son el sobrepeso, mala condición física y atrofia muscular peronea.

### 2.3.2 FACTORES EXTRÍNSECOS

Tipo de actividad deportiva: el baloncesto y el fútbol son los deportes que tienen mayor incidencia de lesiones de tobillo y pie.

- ✓ **Nivel de competición:** la posibilidad de sufrir un esguince durante una competición es 24 veces mayor que durante un entrenamiento.
- ✓ **Calidad técnica:** hay controversia en este apartado pero la mayoría de los estudios reflejan que es más frecuente que se lesionen aquellos jugadores con peor nivel técnico que aquellos con más calidad.
- ✓ **Tipo de calzado:** los jugadores que calzan zapatillas con cámara de aire son más propensos a los esguinces, y pérdida de estabilidad del retropié.
- ✓ **Errores en la preparación física:** como la ausencia de calentamiento y estiramiento antes y después de la actividad deportiva.
- ✓ **Práctica deportiva sobre una superficie determinada:** el tartán, así como otras superficies artificiales. La dureza y rigidez de las pistas artificiales hacen

que las fuerzas de fricción asociadas a movimientos bruscos y cambios de dirección provoquen una sobrecarga ligamentosa, muscular y ósea.

- ✓ **Uso inadecuado de taping:** la inadecuada aplicación del taping puede provocar la pérdida de movilidad, sobre todo en la dorsiflexión o plantiflexión del pie durante la marcha.<sup>29</sup> FIGURA 10

## 2.4.-EPIDEMIOLOGÍA

En Estados Unidos se produce diariamente un promedio de 27000 esguinces de tobillo, la mayoría en atletas, la cual el 10% de estas lesiones son mediales y el 10% incluye una lesión sindesmótica significativa.<sup>30</sup>

Según la literatura científica, el 75% de todas las lesiones de tobillo y pie son de tipo ligamentosas. El 85% de estas son secundarias a un esguince en inversión, donde se afecta el ligamento peroneoastragalino anterior, convirtiéndose en la patología más frecuente del tobillo entre los deportistas. En relación a su prevalencia no se han encontrado datos incluyentes, aunque representa del 20% al 45% de todas las lesiones deportivas.<sup>31</sup>

## 2.5.-PATOGENIA

El mecanismo de la lesión ayuda a identificar y explicar y, por lo tanto, al hacer la historia clínica debe conocerse. Estas lesiones son el resultado de movimientos de inversión y eversión excesivas del pie y del tobillo que exceden la extensibilidad del ligamento.<sup>32</sup>

Una tensión súbita en dorsiflexión, con una contracción refleja, suele ser causa más frecuente; sin embargo la flexión plantar, con tensiones en inversión o eversión, también pueden cumplir un papel.<sup>33</sup>

Una lesión de tobillo se puede producir por una condición crónica cuando la inestabilidad del ligamento anteroexterno desencadena la fisura del peroneo corto a través del peroneo largo, lo cual determina que el peroneo corto se extienda sobre la cresta peronea posteroexterna debido a un retináculo peroneo superior.<sup>34</sup>

En las actividades de flexión plantar y dorsiflexión repetidas pueden suscitar inflamación tenosinovial entorno al flexor largo del dedo gordo, también ocurre que un vientre muscular bajo del flexor largo del dedo gordo sea traccionado dentro de la vaina

del tendón para generar un contacto o incremento de la presión, que por lo tanto exacerba aún más la inflamación tenosinovial.<sup>35</sup>



## CAPÍTULO III

### DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN FISIOTERAPÉUTICA

#### 3.1.-CONCEPTOS.

En una lesión de tobillo y pie se produce una tumefacción masiva en la porción distal de la pierna, el movimiento del tobillo queda abolido por el dolor existiendo el peligro de un síndrome compartimental secundario a la inflamación. El diagnostico se lleva mediante pruebas y se puede complementar tomografías computarizadas y otros exámenes adicionales. En las lesiones por inversión suele suceder con una sensación de desgarro o con el que el paciente nota un chasquido en la zona externa del tobillo. Los esguinces de grado 1,2 la tumefacción es inmediata, con un intenso dolor inicial que remite al cabo de pocas horas pero aumenta nuevamente de intensidad a medida que pueda presentar una hemorragia entre las 6,a 12 horas después de la lesión.<sup>36</sup>

#### 3.2 EXÁMEN FÍSICO

Tradicionalmente en semiología se describe cuatro etapas del examen físico:

##### 3.2.1 INSPECCIÓN

- **Lesiones visibles:** son de gran importancia en traumatología, sobre todo si hay una herida en relación a la fractura, lo que implica un mayor riesgo de exposición.
- **Aumentos de volumen:** se ven en relación a luxaciones, fracturas desplazadas, derrames articulares, tumores, lesiones ligamentarias, hematomas, etc.
- **Cambios de coloración:** la presencia de equimosis puede traducir sangrado secundario al lesionarse ligamentos, musculares o fracturas. Zonas eritematosas pueden reflejar procesos inflamatorios en la evolución, eventualmente infecciosos.
- **Deformidades:** hacen sospechar luxaciones o fracturas.

##### 3.2.2 PALPACION

- **Aumento de volumen:** pueden producirse en contextos de derrames articulares o inflamación de bursas o vainas tendinosas, edemas, hematomas profundos, equimosis, etc.

- **Cambios de temperaturas locales:** orientan a la existencia de procesos inflamatorios. Según la historia y el resto del examen pueden ser de origen infeccioso (celulitis o artritis séptica) o puramente inflamatorias.
- **Dolor:** es importante consignar si el dolor es una relación a estructuras duras o blandas. FIGURA 11

### 3.2.3 RANGOS DE MOVIMIENTO

Para cada articulación existen rangos de movimientos fisiológicos.

MOVIMIENTO DEL TOBILLO Y PIE	RANGOS DE MOVIMIENTO
DORSIFLEXION	0° A 20°
PLANTIFLEXION	0° A 45°
EVERSION	0° A 20°
INVERSION	0° A 45°

37

## 3.2.-PRUEBAS DE EVALUACIÓN

### 3.2.1 PRUEBA DE CAJÓN ANTERIOR

**INDICACIÓN:** La prueba de cajón se realiza en los pacientes con una torcedura de tobillo u otro traumatismo mantenido que pueda provocar una inestabilidad de tobillo. Se evalúa la integridad de las estructuras implicadas en la prevención del desplazamiento hacia delante de la tibia en el astrágalo.

**MÉTODO:** El paciente está en posición supino o sentado. El tobillo de prueba debe estar relajado y aproximadamente 20° de flexión plantar. El examinador estabiliza la pierna distal con una mano, mientras con la otra sujeta el calcáneo. El examinador intenta desplazar el astrágalo anteriormente tirando del calcáneo hacia adelante e impactándolo en el astrágalo.

**RESULTADO:** Un desplazamiento recto hacia adelante en la tibia indica inestabilidad de los ligamentos medial y lateral, que engloba los ligamentos deltoideos, al ligamento peroneoastragalino anterior y la capsula anterolateral. Si solamente hay inestabilidad o laxitud de un lado, únicamente será ese lado el que se desplace hacia adelante e internamente, hecho que provocara un inestabilidad rotatoria anterolateral del tobillo, el examinador notaria también un chasquido cuando el astrágalo se desliza desde debajo de la cubierta del surco del tobillo. FIGURA 12



### 3.2.2 PRUEBA DEL VARO FORZADO

**INDICACIÓN:** La prueba del varo forzado se usa para evaluar la integridad de los ligamentos laterales del tobillo (peroneoastragalino anterior y posterior y peroneocalcaneo).

**MÉTODO:** El paciente está sentado o en posición supina con el tobillo en una posición de flexión plantar ligeramente relajada. El examinador estabiliza la pierna inferior, agarra e invierte le calcáneo al máximo. El examinador debe palpar los tres ligamentos laterales con la mano estabilizadora a medida que aplica la fuerza de inversión.

**RESULTADO:** Un hueco o una sacudida del astrágalo por debajo del surco indican que hay inestabilidad. Para que se presente una inestabilidad general, los tres ligamentos deben estar laxos o desgarrados. FIGURA 13

### 3.2.3 PRUEBA DEL VALGO FORZADO (PRUEBA DE KLEIGER)

**INDICACIÓN:** La prueba del valgo forzado evalúa la inestabilidad de la cara medial del tobillo, sobretodo del ligamento deltoideo.

**MÉTODO:** El paciente está colocado como en la prueba de varo forzado. El examinador estabiliza la pierna inferior con una mano y coge el calcáneo con la otra. Se aplica una fuerza de eversión máxima en el calcáneo mientras se estabiliza la pierna inferior. La mano estabilizadora debe palpar por encima del ligamento deltoideo a medida que se aplica la fuerza eversora. FIGURA 14

### 3.2.4 PRUEBA DE LA INCLINACIÓN TALAR

**INDICACIÓN:** La prueba de la inclinación talar evalúa la integridad del ligamento peroneocalcaneo.

**MÉTODO:** El paciente está en decúbito supino o lateral, con el pie relajado. Manteniendo el pie en la posición anatómica, lleva el ligamento peroneocalcaneo perpendicular al eje longitudinal del astrágalo. Este se inclina entonces hacia la abducción y aducción.

**RESULTADO:** Una excesiva inclinación asociada al astrágalo se asocia con la laxitud o el desgarro del ligamento peroneocalcaneo, ya que, en esta posición, el ligamento esta tensado al máximo.<sup>38</sup> FIGURA 15

# CAPÍTULO IV

## TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO

### 4.1 CONCEPTOS BÁSICOS

La mayoría de las lesiones agudas de los músculos, ligamentos, tendones o huesos se caracterizan por sangrado inmediato a la lesión. Un hematoma muscular puede aparecer a los 30sg de la lesión. Si el paciente tiene una rotura ligamentosa sin tratamiento a los pocos minutos será visible un hematoma importante. Por lo tanto, el objetivo del tratamiento inmediato para las lesiones agudas es limitar el sangrado interno lo más posible y evitar el dolor o aliviarlo, a fin de mejorar las condiciones para un tratamiento posterior y para la curación de la lesión.

Una vez prescrito el tratamiento médico que corresponda, la fisioterapia asume el resto de la progresión funcional. Hay que recordar que dado que son lesiones que con frecuencia suceden en el ámbito deportivo o en la vida cotidiana, es importante la labor preventiva que, en el sentido de minimización de lesiones, podamos ejercer.

Inmediatamente después de una lesión, se sigue el denominado método o protocolo PRICE (protección, reposo, hielo, compresión y elevación). El objetivo es reducir la hemorragia, la tumefacción, la inflamación y el dolor. Se inicia un periodo de inmovilización cuya duración depende de la gravedad de la lesión. Algunos actores destacan la importancia de inmovilizar el tobillo en posición neutra y no en flexión plantar, puesto que en la última se distiende el ligamento peroneo astragalino anterior (LPAA).

### 4.2 OBJETIVOS DE TRATAMIENTO

- Disminuir el dolor y la inflamación.
- Favorecer la reparación del tejido ligamentoso.
- Conseguir amplitudes articulares funcionales y/o completas.
- Trabajar activa y pasivamente en la línea de favorecer la estabilidad de la articulación focalizada, la atención en el trabajo selectivo del control motor de musculatura que estabiliza la articulación.
- Reeducar la propiocepción.

## 4.3 AGENTES FÍSICOS

### 4.3.1.1 CRIOTERAPIA

El frío es un medio muy utilizado para el tratamiento del dolor en las afecciones musculoesqueléticas, tanto en lesiones traumáticas recientes como inflamación y contractura muscular. La aplicación del frío en fisioterapia es casi siempre localizada, el enfriamiento local de una zona corporal a un elemento externo cuya temperatura es mucho más baja, el método más habitual en la aplicación del elemento frío es el contacto con la piel, ya sea en forma sólida, líquido o gel; la transferencia se hace por conducción.

La aplicación del frío produce una rápida vasoconstricción y disminuye la circulación local en la piel, que se manifiesta por palidez. Hay una acción directa sobre la capa muscular arteriolar por la estimulación de los termorreceptores, una posible liberación de serotonina y bradicinina, hay una disminución de la liberación de vasodilatadores tipo histamina y prostaglandina, pero se trata principalmente de una respuesta vegetativa como mecanismo de protección para limitar la pérdida de calor que ocurre en los primeros 15 minutos.

El frío disminuye la conducción en nervios motores y sensitivos, más en las fibras mielinizadas delgadas (A- $\alpha$ ) que en las gruesas y en las amielínicas, pudiéndose incluso llegar a un total reversible por aplicación de hielo en puntos superficiales de los nervios, la duración de los cambios en el nervio depende del tiempo de aplicación del frío.<sup>39</sup> FIGURA 16

### 4.3.1.2 LASERTERAPIA

A) Desde un punto de vista fotobiológico, se produce fundamentalmente tres efectos primarios, cuyas características dependen directamente de los parámetros de irradiación.

- **Efecto Bioquímico:** se estimula la liberación de sustancias vasoactivas, la modulación de la actividad enzimática, la producción de ATP con variaciones de los niveles de adenosín monofosfato cíclico (AMPc), así como un bloqueo de la acción de prostaglandina; se plantean cambios en la velocidad de síntesis de ácido ribonucleico (ARN) y ácido desoxirribonucleico (ADN), que se relacionan con un incremento de la división celular. Se produce liberación de betaendorfinas y regulación de la síntesis de colágeno que luego repercute en su

capacidad de remodelar la cicatrización y en la regeneración de tejido conjuntivo. Se libera un serie de mediadores químicos, entre los que se encuentran diferentes sustancias autacoides o aminas vasoactivas (histamina y serotonina).

- **Efecto Bioeléctrico:** se plantea una estabilización del potencial de membrana, se produce una estimulación de la bomba Na- K, con hiperpolarización de la membrana celular. Sobre este, se evaluó hace algunos años, el valor del carácter pulsado y la acción específica de determinadas frecuencias en las membranas de las células nerviosas, de algunos tipos de láser. Este concepto se ha refutado por la efectividad de modernos láseres de emisión continua, ha prevalecido la importancia de determinadas longitudes de ondas que tienen una acción específica sobre la membrana biológica, especialmente en las células del sistema nervioso.
- **Efecto Bioenergético:** se produce al armonizar la longitud de onda de las células (625nm/700NM) la cual se disminuye o se aumenta produciendo incomunicación celular cuando la célula padece alguna patología, el láser normaliza el potencial de la membrana actuando directamente sobre la movilidad iónica e indirectamente al incrementar el ATP producido por la célula y necesario para la función de la bomba de sodio y potasio; es decir es un armonizador celular.

**B) Dentro de los efectos terapéuticos de la radiación láser de baja y mediana potencia tenemos:**

- **Efecto Analgésico (100 – 220 J/cm<sup>2</sup>):** está dada por la normalización en el potencial de membrana de la neurona, la interferencia en la síntesis de prostaglandinas, el control del edema de los procesos inflamatorios y aumento de la producción de endorfinas.
- **Efecto Antiinflamatorio (100 – 200 J/cm<sup>2</sup>):** la radiación láser de baja y mediana potencia actúa sobre los componentes locales en el proceso inflamatorio y además contribuye a desarrollar variaciones en las reacciones generales de protección o defensa del organismo. También se ha descrito el incremento de oxígeno y elementos celulares de defensa en el tejido afectado, por lo que se observa aumento de la fagocitosis, lo que puede estar asociado a la buena respuesta en pacientes con infecciones.

- **Efecto Regenerativo (1 – 100 J/cm<sup>2</sup>):** se encarga de la reparación hística, depende de la longitud de onda utilizada y se basa en el incremento de la multiplicación celular, la activación y la guía en la producción de sustancia de colágeno, por la activación de los genes de colágeno I y III, lo que evita las cicatrices inestéticas, hipertróficas o queloideas, regeneración de fibras nerviosas y del tejido óseo, incremento de la velocidad de crecimiento de los vasos sanguíneos a partir de los ya existentes a partir de las célula epiteliales adyacentes a la lesión.
- **Efecto Inhibitorio (> 400 J/cm<sup>2</sup>):** se ha demostrado que cuando se utilizan altas densidades de energía sobre los tejidos, se interfiere el crecimiento celular, llegando incluso signos evidentes de necrosis.
- **Efecto Potenciador de la absorción de fármacos o intercambios iónicos:** por medio de la radiación láser se puede aportar la energía necesaria para que se lleven a cabo reacciones químicas de intercambio iónico rápidamente.<sup>39</sup>

#### 4.3.1.3 MAGNETOTERAPIA

Los efectos terapéuticos desde el punto vista hístico y orgánico, la magnetoterapia presente diferentes acciones biológicas. Una gran parte de las acciones se explican a través de los efectos terapéuticos, que a su vez, determinan las indicaciones para la aplicación de los campos magnéticos.

- Efectos sobre el aparato cardiovascular y específicamente sobre la microcirculación.
- Aumento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos.
- Efectos sobre el metabolismo de huesos y del tejido colágeno.
- Efectos sobre la actividad muscular, efecto antiinflamatorio, efecto analgésico.

El efecto antiinflamatorio, puede manifestarse más precozmente. Ya se expresaron los cambios circulatorios inducidos y sus beneficios. Todo esto es apoyado, además, por el efecto de regulación del transporte de la membrana celular y la activación de diferentes proteínas y/o enzimas, a nivel plasmático, que repercuten de forma efectiva en la disminución de la hipoxia y el edema, incluso, y específicamente, en pacientes con microangiopatía.

En el efecto analgésico se deriva en gran medida, de los efectos antiflogísticos, una vez que se libera la compresión a que son sometidos prácticamente todos los receptores sensitivos en el lugar de la lesión, además del efecto de regular el potencial de

membrana ayuda a elevar el umbral de dolor en las fibras nerviosas sensitivas, de este modo, se puede decir que tiene una intervención indirecta y también directa sobre los mecanismos del dolor, son conocidas las posibilidades de regeneración en lesiones nerviosas, periféricas de determinada envergadura.<sup>39</sup> FIGURA 17

#### 4.3.1.4 ONDAS DE CHOQUE

Se derivan de la interacción de ondas de choque con los tejidos, son fenómenos de cavitación que forman microburbujas que luego colapsan y provocan creando chorros microscópicos de agua de alta energía que destruyen las células. Es a partir de aquí que se estimula un mecanismo de reparación hístico. A nivel del hueso se produce estimulación osteoblástica con crecimiento de los niveles de factor de crecimiento, neovascularización y aumento síntesis proteica.

Se trata de una estimulación que se relaciona en principio, con el daño hístico que genera la onda de choque. Se ha establecido que para favorecer la regeneración ósea es importante mantener una dosis de menos 2000 pulsos, por encima de los cuales el daño es significativo y se retarda el proceso de regeneración. En este sentido, dosis por encima de  $0,8 \text{ J/mm}^2$ , produce un daño en el osteocito y pueden retardar la consolidación de una fractura o lesión de partes blandas. Se describe, además de los efectos anteriores, la inducción y formación de hematomas, la estimulación de acciones nerviosas y la producción de un efecto analgésico, así como el cambio en la consistencia en los depósitos de calcio.

Los mecanismos de producción de analgesia por ondas de choque son:

- Destruyen membranas celulares, los nociceptores ya no pueden reproducir ningún potencial generador y por lo tanto no puede emitir señales de dolor.
- Estimula los nociceptores, de manera que estos emiten muchos impulsos nerviosos. Como esta descrito en la teoría de la compuerta, se bloquea la transmisión llevado al sistema nervioso central.
- A causa de las ondas de choque, el medio ambiente químico de las células es sustituido por radicales libres que producen sustancias inhibitoras al dolor.
- Durante el tratamiento con ondas de choque, se transmiten fuertes señales, que estimulan procesos químicos en los puntos de conexión sinápticos. La muestra compleja temporal y espacial del estímulo es almacenada, como un engrama en la sinapsis en forma de modificaciones de larga duración.

Contraindicaciones de las ondas de choque:

- ✓ Infección crítica o purulenta del tejido blando/ hueso.
- ✓ Trastorno de la coagulación (hemofilia).
- ✓ Enfermedades primarias malignas.
- ✓ Embarazos.
- ✓ Presencia de marcapasos.
- ✓ Inmadurez esquelética.
- ✓ Trombosis.
- ✓ Polineuropatía diabética.
- ✓ Niños en edad de crecimiento.<sup>39</sup>

#### 4.3.1.5 ELECTROTERAPIA

Es la aplicación de energía electromagnética al organismo con el fin de producir sobre él reacciones biológicas y fisiológicas, las cuales serán aprovechadas para mejorar los distintos tejidos cuando se encuentran sometidos a alteraciones metabólicas de las células que componen dichos tejidos.

Los efectos terapéuticos que causa la electroterapia son:

- **Cambios químicos:** actúa sobre disoluciones orgánicas, que influye en el metabolismo hístico y celular. Cualquier corriente de tipo polar ejerce cambios químicos debajo de los electrodos, sobre todo la corriente galvánica.
- **Influencia sensitiva:** en receptores nerviosos sensitivos, produce analgesia, a través de diferentes mecanismos que pueden ser cambios bioquímicos alrededor de los receptores o a través del mecanismo de interferencia sobre el envío del impulso doloroso hacia la medula o a través del mecanismo de la puerta de entrada.
- **Influencia motora:** se puede buscar una influencia motora tanto en fibras musculares o nerviosas siempre con frecuencias menores a 50 Hz. Cuando se estimula en fibras nerviosas, se estimulan a su vez las unidades motoras relacionadas (estimulación neuromuscular).
- **Relajación muscular:** con parámetros de estimulación o dosis específicas se consigue una relajación muscular efectiva, que incluye una apertura circulatoria con una mejoría del metabolismo muscular y, a su vez, se pone en acción la bomba circulatoria muscular.
- **Influencia en la regeneración hística:** además del estímulo circulatorio con llegada de nutrientes y oxígeno para la reparación del tejido, se produce una

influencia biofísica que estimula el metabolismo celular hacia la multiplicación y coadyuva en el reordenamiento y reconstrucción de la matriz del tejido.

- **Efectos térmicos:** se genera calor al circular energía electromagnética en los tejidos. Este efecto es mucho más evidente cuando se emplea corrientes de alta frecuencia (más de 500 000 Hz). Las corrientes de mediana y baja frecuencia produce fundamentalmente los efectos anteriores.<sup>39</sup>

#### **4.3.1.6 VENDAJE FUNCIONAL**

Los vendajes funcionales permiten una contención dinámica de una articulación, al utilizar vendas adhesivas inextensibles. Permite la protección de determinadas estructuras muculostendinosas y capsuloligamentosas. Requiere analizar el mecanismo de lesión con el objetivo de diseñar el vendaje para el paciente.

Sus objetivos son otorgar estabilidad, quitar el dolor, aplicar cierta compresión y descarga a la estructura lesionada y permitir la función de la articulación lesionada.<sup>39</sup>

#### **4.3.1.7 TERAPIA MANUAL**

Las terapias manuales se consideran cada vez más con mayor frecuencia como un método de tratamiento eficaz para eliminar restricciones de movimiento, disminuir el dolor y mejorar la funcionalidad. Hay que considerar que una de las consecuencias es la restricción tendinosa y muscular; este acortamiento funcional es producto del mecanismo de defensa de la extremidad ante una lesión y la pérdida de movimiento. Otro elemento que afecta la movilidad son las barreras artrocinemáticas que se forma después de las lesiones ligamentosas y que en muchos casos perjudican el juego articular normal, producen inestabilidad crónica del tobillo y pie y retrasan los tiempos de recuperación.<sup>40</sup>

#### **4.3.1.8 HIDROTERAPIA**

Los beneficios de la hidroterapia, la transmisión del calor en las aplicaciones tópicas determina cambios, fundamentalmente funcionales, en los aparatos y sistemas que conforman el organismo. Así se tiene que:

- Se produce un aumento de la temperatura local entre 0,5 y 3 °C, que provocan vasodilatación. Esto generara disminución progresiva del tono muscular e hiperemia, mejorara la nutrición y aumentara los procesos de reparación hística.



- Se produce cambios significativos en el estado de la vascularización periférica. Cuando la temperatura aplicada es superior a la indiferente, la primera reacción es una vasoconstricción inmediata, seguida rápidamente la vasodilatación periférica prolongada, con apertura de la red de capilares y arteriolas de tejido superficial. Este hecho tiene un efecto directo sobre el estado de trofismo histico. Si la aplicación es prolongada, se produce, además, relajación del tono muscular, lo que disminuye el nivel contractura y la fatiga muscular.<sup>39</sup>

#### **4.4 PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN FUNCIONAL EN LESIONES LIGAMENTARIAS DEL TOBILLO Y PIE**

Este protocolo de tratamiento, está dirigido a lesiones ligamentarias de grado I y II (esguince).

##### **4.4.1 FASE I (0 a 4 días)**

##### **OBJETIVOS**

- Disminuir el edema.
- Disminuir el dolor.
- Mejorar la propiocepción.
- Drenaje linfático.

##### **CRIOTERAPIA**

Aplicar compresas frías en la cara dorsal del pie durante 10 a 15 minutos cada tres horas, durante las primeras 48 horas, la crioterapia proporciona anestesia y vasoconstricción local, minimiza los hematomas y reduce el edema secundario, la elevación del tobillo y pie también ayuda a disminuir la tumefacción.

##### **LASERTERAPIA**

Es la aplicación indolora de un rayo láser sobre una zona o zonas afectadas, consiguiendo acelerar la recuperación y proporcionando una mejora en centros neurálgicos, zonas óseas, músculos, tendones y ligamentos. Se aplica en 6 puntos alrededor del tobillo afectado por 30 segundos cada uno, siendo aplicados por 0.9 J por punto, haciendo un total de 5,4 J aplicados al tobillo.

## **MAGNETOTERAPIA**

La magnetoterapia tiene efectos sobre el aparato cardiovascular y específicamente sobre la microcirculación, aumento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos, sobre el metabolismo de huesos y del tejido colágeno, sobre la actividad muscular, antiinflamatorio y analgésico.

## **CARGA DE PESO**

- Utilización de ayudas biomecánicas para el paciente no haga carga de peso sobre el lado lesionado.
- Primeros días utilizara vendas funcionales para proteger tensiones en la dorsiflexión y plantiflexión del pie, pero no limitar el movimiento ni inhibir la función muscular.

## **EJERCICIOS**

- Ejercicios de fortalecimiento a músculos distales al tobillo.
- Fortalecimiento de músculos de miembro superior para poder movilizarse con las ayudas biomecánicas. FIGURA 18

### **4.4.2 FASE II (4 a 12 días)**

#### **OBJETIVOS**

- Reestablecer la fuerza muscular en el lado lesionado.
- Mejorar rangos articulares.
- Disminuir atrofia muscular.
- Mejorar la propiocepción.

## **CRIOTERAPIA**

En caso de haber dolor o tumefacción al concluir el ciclo de ejercicios, se le aplicara compresas frías para disminuir el dolor o la inflamación durante un periodo de 10 minutos.

## **TERAPIA MANUAL**

- Manipulación miofascial, elongación de músculos que componen el tobillo y pie
- Movilizaciones interóseas para aumentar rangos articulares.

## EJERCICIOS TERAPÉUTICOS

- Ejercicios isotónicos tanto en plantiflexión y dorsiflexión, se puede utilizar una toalla o una banda elástica.
- Ejercicios de fortalecimiento, comienza subiendo escalones de 10 a 15 cm (escalera).
- Ejercicios isométricos en inversión y eversión de tobillo empleando una banda elástica.
- Ejercicios de propiocepción: el paciente sentado en una silla con el pie lesionado encima de una pelota, se le pide realizar rodamiento hacia adelante y atrás.
- Una bicicleta estática, con un grado de resistencia ayudará a fortalecer músculos del tobillo y pie. FIGURA 19

### 4.4.3 FASE III (12 a 20 días)

#### OBJETIVOS

- Mejorar rangos articulares.
- Aumentar fuerza muscular.
- Mejorar la propiocepción.
- Reeduación de la marcha

#### EJERCICIOS TERAPÉUTICOS

- **Fortalecimiento del tibial anterior mediante ejercicios isométricos:** se realiza ejerciendo una resistencia manual o con una banda elástica hacia la extensión e inversión del pie; se debe evitar las rotaciones internas de la pierna.
- **Fortalecimiento del tibial posterior mediante ejercicios isotónicos:** se pone una resistencia hacia flexión e inversión del pie, ya sea con una banda elástica o una toalla
- **Fortalecimiento del tríceps sural mediante ejercicios isométricos:** se pone una resistencia manual contra la flexión del pie. Para el soleo se flexiona la rodilla con una almohada.
- **Fortalecimiento de los músculos extensores de los dedos del pie mediante ejercicios isométricos e isotónicos:** con isométricos una resistencia manual contra la extensión de los dedos y en los ejercicios isotónicos se ejerce una resistencia contra la extensión de los dedos del pie con una banda elástica.

- **Fortalecimiento de flexores de los dedos del pie mediante ejercicios isométricos e isotónicos:** con isométricos se hace una resistencia manual contra la flexión de los dedos y con ejercicios isotónicos por medio de una banda elástica se ejerce una resistencia contra la flexión de los dedos.
- **Fortalecimiento de los peroneos mediante ejercicios isométricos e isotónicos:** en isométricos una resistencia manual contra la eversión del pie y en los isotónicos por medio de una banda elástica una resistencia contra la inversión de tobillo y pie.
- **Fortalecimiento de cuadrado plantar del pie mediante ejercicios isométricos e isotónicos:** en isométricos se ejerce una resistencia manual contra la flexión de los dedos y en los isotónicos el paciente realizara flexiones libres de los dedos simulando coger una toalla del piso.
- **Fortalecimiento del aductor del dedo gordo mediante ejercicios isométricos e isotónicos:** en isométricos una resistencia manual contra la abducción del dedo gordo, mientras que en un isotónico e paciente realizara flexiones libres de los dedos o abducciones.<sup>41</sup> FIGURA 20

#### 4.4.4 FASE IV (20 a 28 días)

##### OBJETIVOS

- Amplitud de movimientos articulares completo.
- Marcha normal, sin ninguna ayuda biomecánica.
- Reinsertarse a sus actividades de vida diaria.

##### TERAPIA MANUAL

- En caso de una restricción articular, realizar tracciones de grado uno, dos, tres para mejorar la movilidad.
- Elongación de musculatura acortada.

##### EJERCICIOS TERAPÉUTICOS

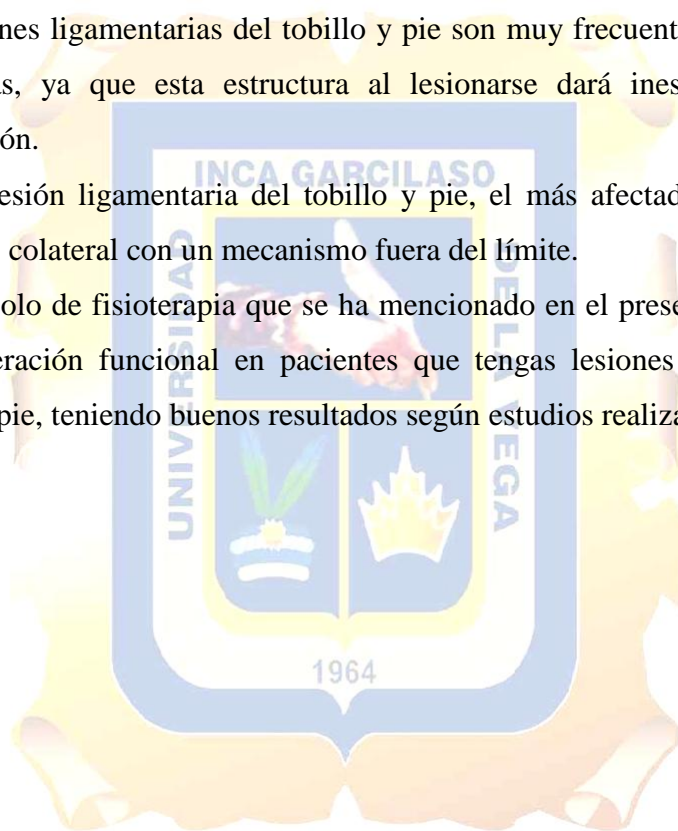
- Se puede utilizar bicicleta estática; aumentado la resistencia de acuerdo a la fuerza del paciente.
- Ejercicios en una caminadora
- Sentadillas/ prensa de piernas bilateral o unilateral.
- Ejercicios en escalera de forma concéntrica y excéntrica.

- Ejercicios de estabilidad en balancín y en un solo pie.
- Caminar en punta y talón de pie.
- Fortalecimiento de músculos de tobillo y pie, ejerciendo una resistencia con pesas a nivel del dorso del pie.
- Actividades de marcha con obstáculos (conos, aros, etc.).
- Ejercicios de propiocepción en suelos inestables (grass).
- Programa de ejercicios progresivos (correr, pruebas de salto) en diferentes planos.
- Ensayos de velocidad en diferentes deportes.<sup>2</sup>FIGURA 21



## CONCLUSIONES

1. Un buen tratamiento fisioterapéutico no solo se basa en una exploración física, sino que también se necesita pruebas de apoyo como radiografías, ecografías, etc., para tener un buen diagnóstico y determinar el tipo de ligamento que puede estar dañado.
2. Las lesiones ligamentarias de tobillo y pie pueden ser de diferentes grados, por lo que el tratamiento de rehabilitación tiene que ser el más óptimo para obtener una buena funcionalidad en las actividades de la vida diaria.
3. Las lesiones ligamentarias del tobillo y pie son muy frecuentes en las prácticas deportivas, ya que esta estructura al lesionarse dará inestabilidad a dicha articulación.
4. En una lesión ligamentaria del tobillo y pie, el más afectado es el ligamento externo o colateral con un mecanismo fuera del límite.
5. El protocolo de fisioterapia que se ha mencionado en el presente trabajo, busca la recuperación funcional en pacientes que tengan lesiones ligamentarias del tobillo y pie, teniendo buenos resultados según estudios realizados.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, al realizar cualquier actividad física, el deportista tenga en cuenta el tipo de suelo, ya que este debe ser homogéneo y estable para evitar posibles lesiones.
2. Se recomienda que los deportistas deben utilizar un calzado adecuado al realizar sus ejercicios para evitar posibles lesiones.
3. Se recomienda utilizar técnicas de carrera para evitar coger malos hábitos de pisada.
4. Se recomienda a los deportistas realizar ejercicios de calistenia antes de comenzar a ejercer actividades deportivas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Palapa LR, Regla H. Utilidad de las reglas de Ottawa en el diagnóstico de las lesiones agudas del tobillo y pie, Rev. Medica del IMSS, 2005 vol. 43.
2. Ken shephenson, MD, Charles L, Saltzman, S. Brent Brotzman, MD. Rehabilitación Ortopédica clínica, segunda edición 2005. Pag.357-424.
3. Fong D, Chan Yue, Mor k: Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sport. Facultad de Medicina Universidad China Hong Kong – <http://www.smartjournal.com/cont.1/1/14/2009>.
4. Sánchez B. Actuación fisioterapéutica en la inestabilidad lateral crónica de tobillo [Tesis Doctoral]. Barcelona. España. Universidad de Alcalá 5 de julio 2010.
5. Mark D, Miller MD, Jennifer A, Hart MPAS. Ortopédica y Traumatología. Revisión Sistemática. Barcelona Editorial Elsevier .Año 2009.
6. Arrate Marianela. Característica Propioceptiva en el esguince de tobillo [Tesis Doctoral]. Argentina. Universidad de Fasta Facultad de ciencias de la salud 2015.
7. Viladot A. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. Revista. Esp. Reumatol.2003.
8. Rincón Cardoso DF, Camacho Gasas JA, Sousa Rodríguez N. Abordaje del esguince de tobillo para el médico general. Rev. Univ. Industrial Santander 2015.Paj.47 : 85-9
9. Salvador Gonzales I. Propiocepción en pacientes con esguinces de tobillo en el ámbito de accidentes de trabajo [Tesis Doctoral]. Sevilla España. Facultad de Enfermería – Fisioterapia de la Universidad de Sevilla- 2015.
10. Romero de Las Heras J. Variables Predictoras del tiempo de curación y resultado funcional de fracturas de tobillo [Tesis Doctoral]. España. Universidad de Murcia. 2015.
11. Testut L, Latartet A. Anatomía Descriptiva- Salvat- Editores, S.A. Barcelona- 1983.
12. Lacote M, Chevalier AM, Miranda A- Valoración de la función muscular normal y patología- Editorial- Elsevier- España, S.A.U- 1º de Octubre- 1984



13. Loughlin PF, Hodgkins CW, Kennedy JG. Ankle sprains and instability in dancers. *Rev. Clin Sports Med.* 2008; 27(2):247-62.
14. Caroline Kisner, PT. Lynn Allen Colby, PT. *Ejercicios Terapéuticos – Fundamentos y Técnicas – Edición 5 – Editorial Medica – Panamericana - 2012*
15. Salvador Gonzales I. *Propiocepción en pacientes con esguinces de tobillo en el ámbito de accidentes de trabajo [Tesis Doctoral]. Sevilla España. Facultad de Enfermería – Fisioterapia de la Universidad de Sevilla- 2015.*
16. Delfaut EM, Demondion X, Boutry N, Cotten H, Mestdagh H, Cotten A. Multifasciculated anterior talo-fibular ligament: Reassessment of normal findings. *Eur Radiol* 2003; 13:1836-42.
17. Trouilloud P, Dia A, Grammont P, Gelle MC, Autissier JM. Variations du ligament calcaneo-fibulaire. *Aplications à la cinématique de la cheville. Bull Assoc Anat* 1988;72:31
18. Davis WH, Sobel M, DiCarlo EF, Torzilli PA, Deng X, Geppert MJ, et al. Gross, histological, and microvascular anatomy and biomechanical testing of the spring ligament complex. *Foot Ankle Int* 1996;17:95-102
19. Sarrafian SK. *Anatomy of the foot and ankle. Descriptive, topographic, functional. 2nd edition. Philadelphia: J.B. Lippincott Company- 1993; p. 159-217.*
20. Carlos Vasquez J. *Aplicación de acupuntura en esguince de tobillo y pie [Tesis Doctorado]. Ecuador. Universidad Técnica del Norte de Ecuador- 2013*
21. Sánchez S, Navarro R, Brito E, Ruiz J.A. Bases anatómicas de tobillo. *Revista. Canarias Médicas y Quirúrgicas- Enero-Abril-2011.*
22. Margareta Norden P.T. *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético. Tercera edición. Madrid- Buenos Aires, Caracas. Editorial original- 2004*
23. Perry, J: *Gait Analysis: Normal and pathological Function. SLACK, Thorofare, NJ, 1992*
24. Jiménez Ramos G. *Manual de Lesiones Deportivas. Editorial, IMD/Marca/Reflex. Sevilla- España- 1989.*
25. Lars Peterson, Dr. M. Per Renstrom, Dr. M. *Lesiones deportivas de prevención y tratamiento, Editorial- Jims. SA. Barcelona- España- 1988.*
26. Grisogono V. *Lesiones Deportivas (Una guía de practica para la prevención y el autocuidado).Editorial. EYRAS, S.A. Madrid- España- 1988*
27. Ronald P, Pfeiffer, Brent Mango. *Editorial- Paidotribo. Sevilla- España- 2007*

28. Ojeda Castellano, J .S.; Muratore Moreno, G.; Navarro Navarro, R.; Carrasco Martínez, L.; Rodríguez Alvarez, J.P. Lesiones de la articulación de Lisfranc. Revista. España- Agosto- 2002, Vol. 5. N° 13- 2007
29. Ríos A. Villanueva M. Pérez J. Tratamiento conservador de las lesiones ligamentosas agudas del tobillo. Revista. Ortopédica Traumatología. Madrid- 2004.
30. Charles L. Saltzman. Lesiones de los ligamentos del pie y del tobillo. Ortopedia. Editorial- Medica- Panamericana S.A- Buenos Aires- Argentina- 2004.
31. Larrey Martin. Efectividad del trabajo propioceptivo de esguince de tobillo en el ámbito deportiva [Tesis Doctoral]. Universitas Miguel Hernandez. España- 2017.
32. David A. Porter. Lesiones de los ligamentos de tobillo y pie. Editorial- Medica- Panamericana S.A. Buenos Aires- Argentina- 2004.
33. Scott. McMullen y Timothy C. Fitzgibbons. Tendinopatias del pie y tobillo. Editorial- Medica- Panamericana S.A. Buenos Aires- Argentina; capítulo 3 sección XI- 2004.
34. Sabel M, Geprit M, Warren W, Chronic Ankle Instability as a cause of perineal tendón injury. Clin. Ortopedy. Rel- Res- 1993; 296-187.
35. Hamilton W: Foot and ankle injuries in dancers. In Mann RA, Coughlin M: Surgery of the foot and ankle. St. Louis, MO, CV Mosby, 1993, 6th ed, vol29, p 1241.
36. Bahr. M. Tratamiento y rehabilitación en lesiones deportivas. Editorial. Medica Panamericana. S.A.Madrid- España. Año- 2004. <http://www.medicapanamericana.com>
37. Orrego y Moran. Ortopedia y Traumatología. Universidad de los Andes. Santiago de Chile. Julio- 2014.
38. Lynn Palmer M. Marcia E. Fundamentos de las Técnicas de Evaluación Musculoesqueletica. Editorial. Paidotribo. Libro Original. [www.foroinconmedico.tk](http://www.foroinconmedico.tk)
39. Jorge E. Agentes Físicos Terapéuticos. Editorial. Ciencias Médicas. La Habana- Cuba- 2008.
40. R. La Touche Arbizu. K. Escalante Raventós. J. A. Martín Urrialde. Actualización en el tratamiento fisioterapéutico de lesiones ligamentosas del

complejo articular del tobillo y pie. Revisión Sistemática. Facultad de Medicina, Universidad San Pablo CEU. Madrid- España- 2006.

41. Tomas S. Nakazato N. Roberto Alarcón S. Técnicas de estiramiento y fortalecimiento. Segunda edición. Cedomuh. Clínica especializada en dolor muscular y del hueso – 2011.



## ANEXOS

**FIGURA 1: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL TOBILLO Y PIE**

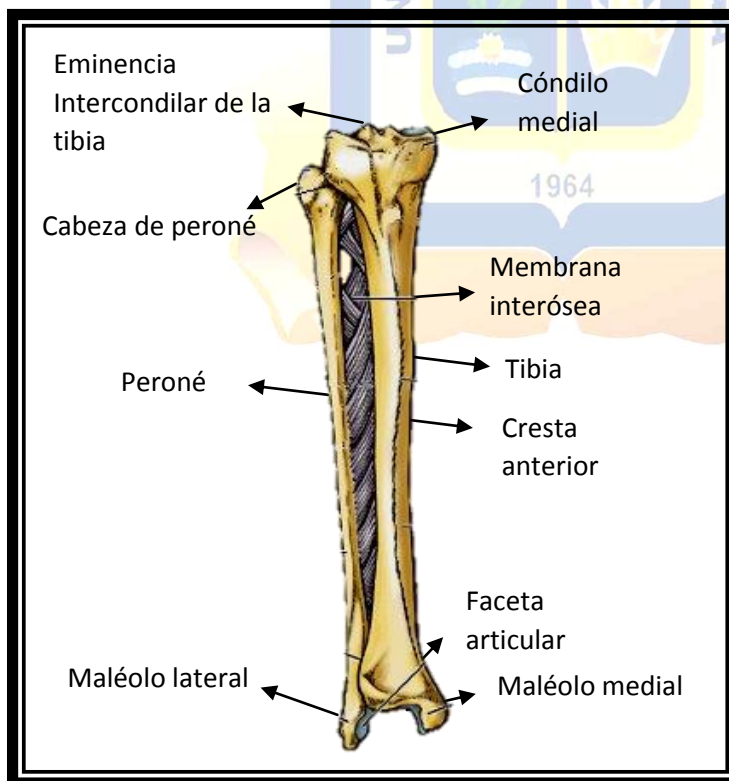


El tobillo y pie es la parte más distal de la extremidad inferior, que realiza movimientos de flexión y extensión

**FIGURA 2: HUESOS DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO Y PIE**

➤ **Huesos de tibia y peroné**

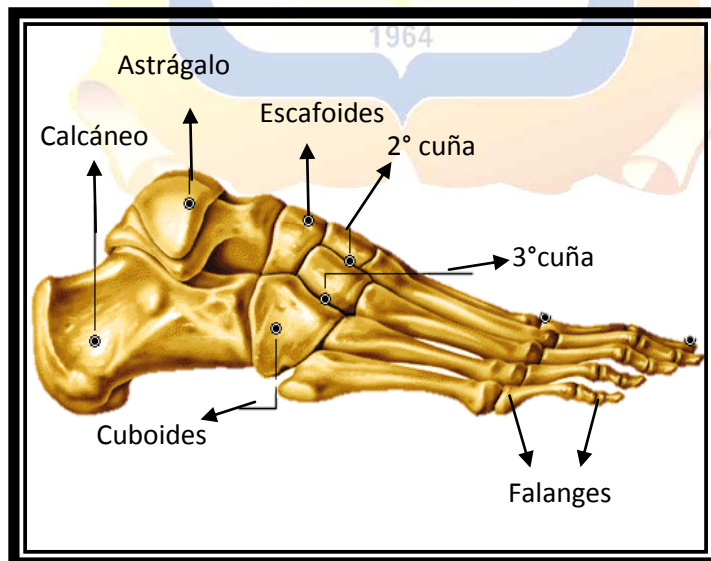
VISTA ANTERIOR



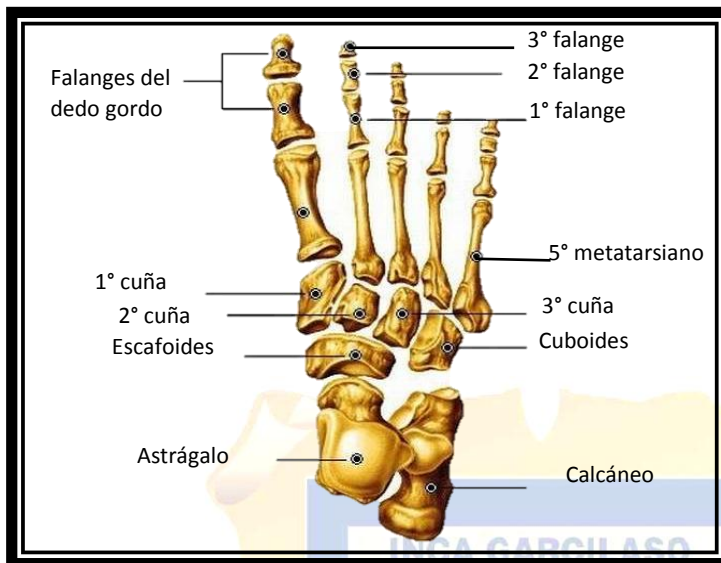
VISTA POSTERIOR



➤ **Huesos del pie (vista lateral)**

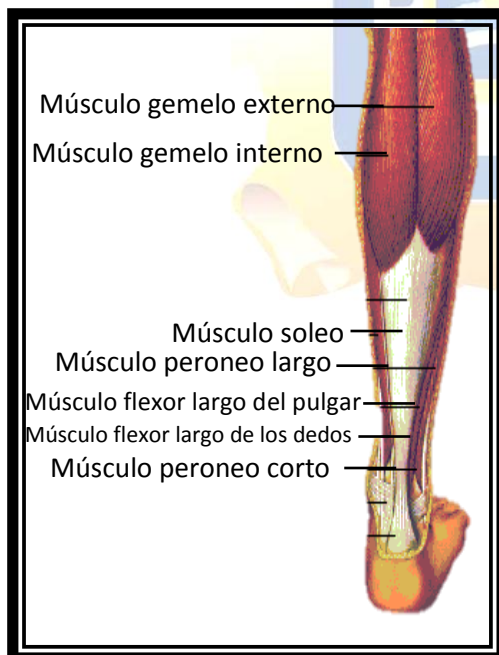


➤ **Huesos del pie (vista frontal)**

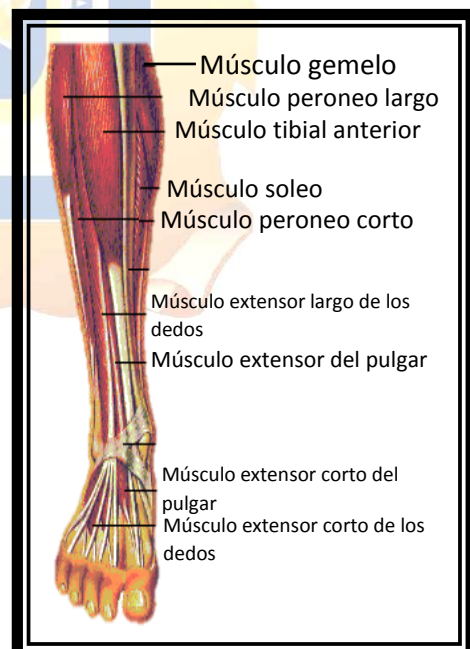


**FIGURA 3: MÚSCULOS DEL TOBILLO Y PIE**

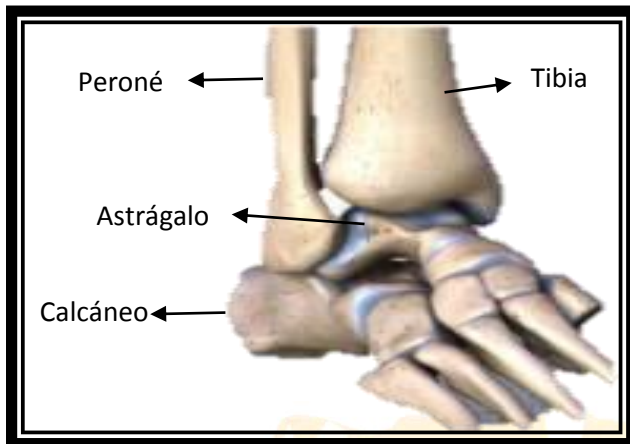
**a) Músculos posteriores del tobillo y pie**



**b) Músculos anteriores del tobillo y pie**

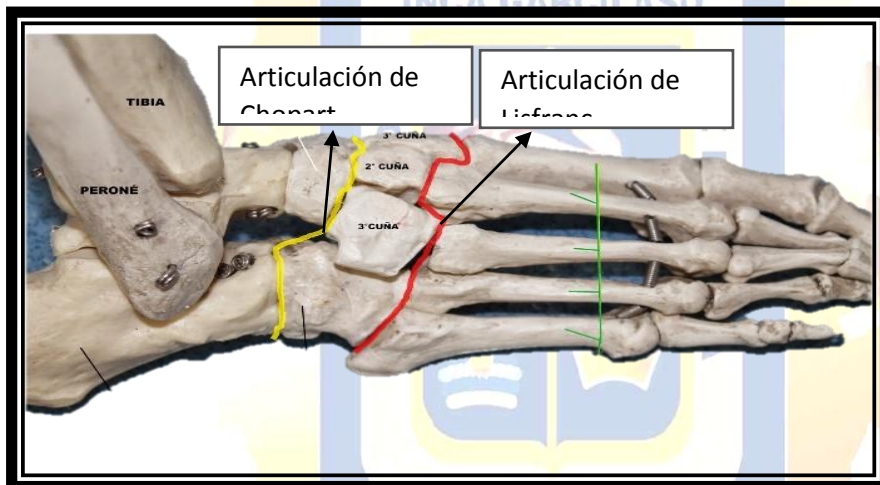


**FIGURA 4: ANATOMÍA ARTICULAR DEL TOBILLO Y PIE**

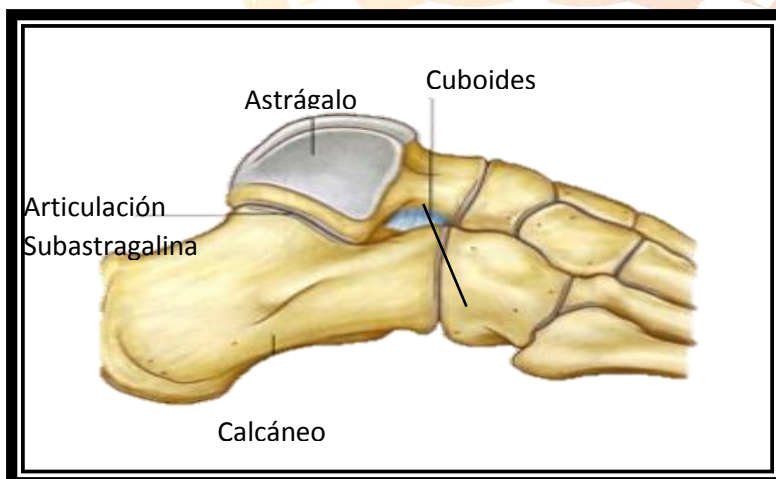


La articulación de tobillo y pie está formado por el astrágalo, calcáneo, tibia y peroné.

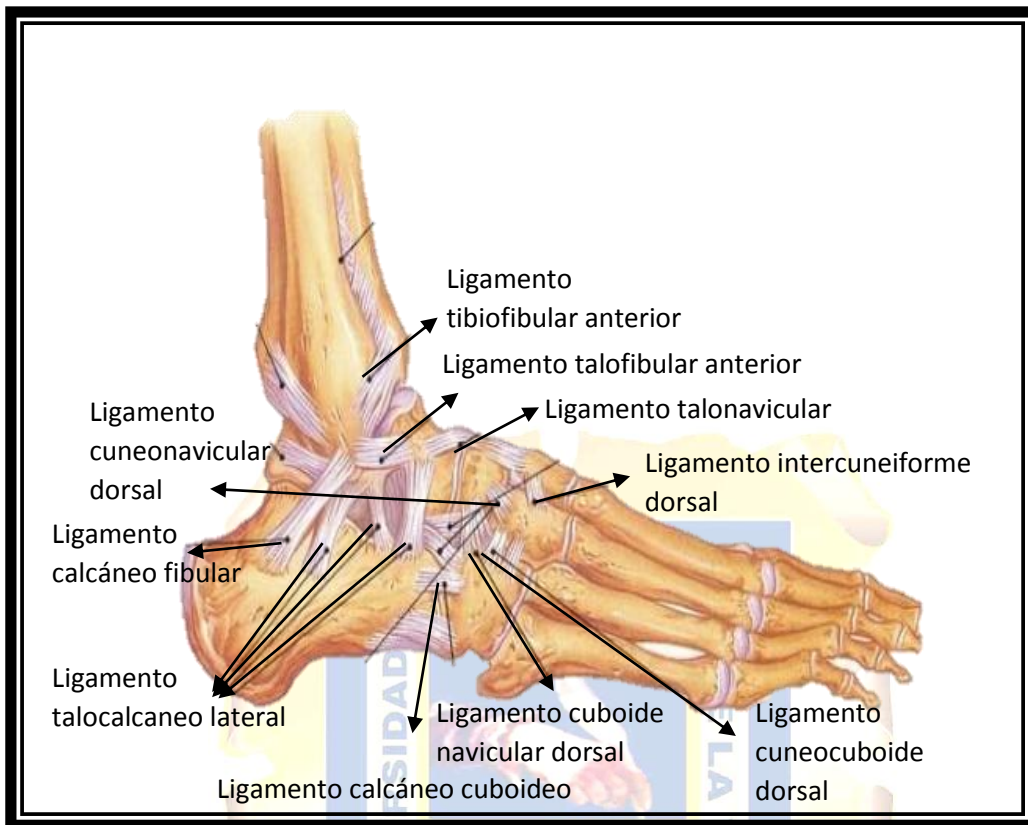
**A) Articulación de Chopart y Lisfranc**



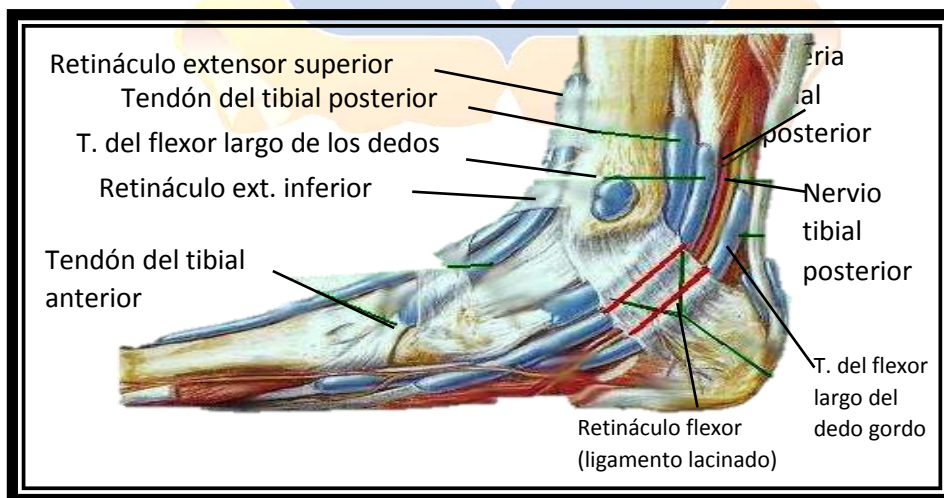
**B) Articulación Subastragalina**



**FIGURA 5: LIGAMENTOS LATERALES Y EXTERNOS DEL TOBILLO Y PIE**



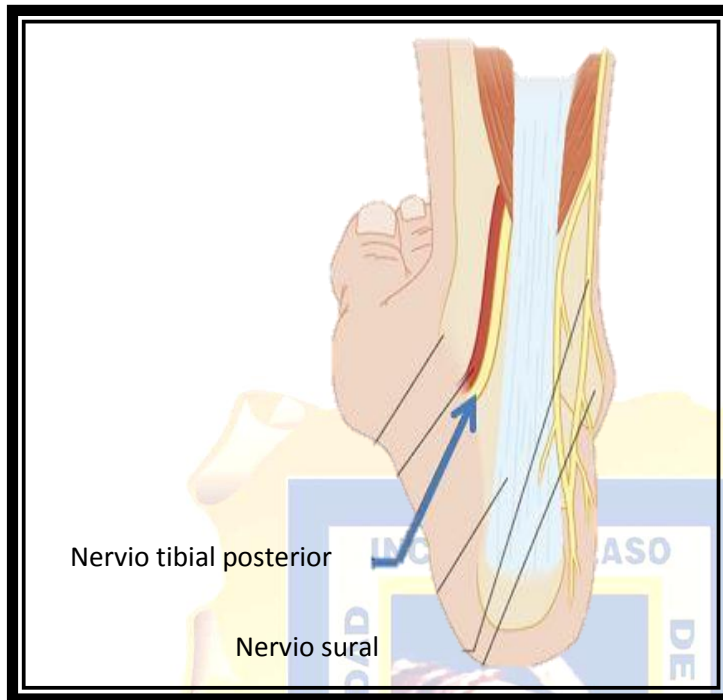
**FIGURA 6: VAINAS TENDINOSAS DEL TOBILLO Y PIE**



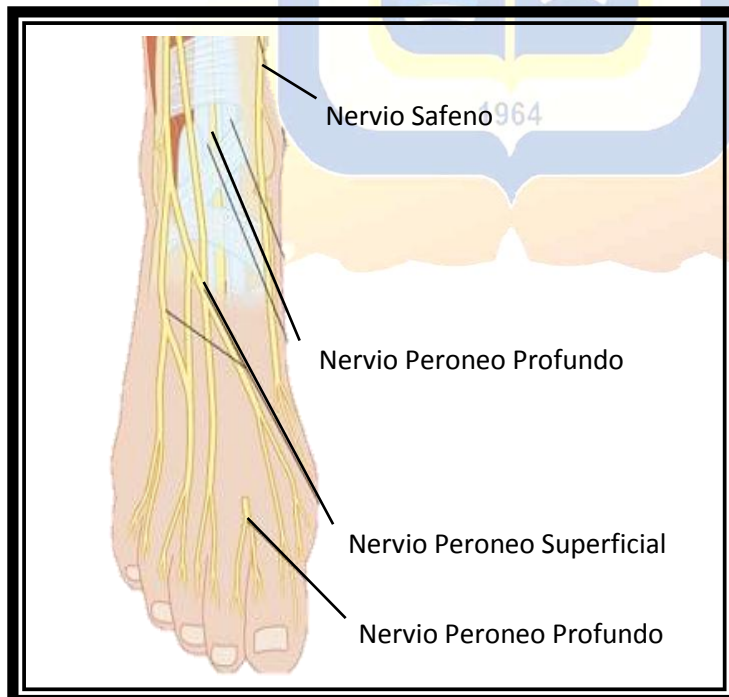


## FIGURA 7: INERVACIÓN DEL TOBILLO Y PIE

### A) Inervación del tobillo vista posterior



### B) Inervación del tobillo y pie vista anterior



C) Inervación del pie

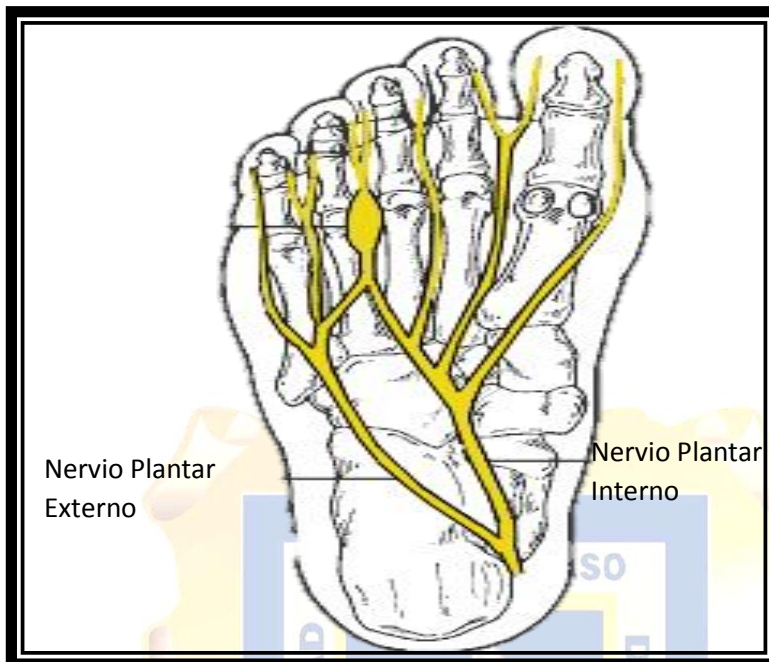
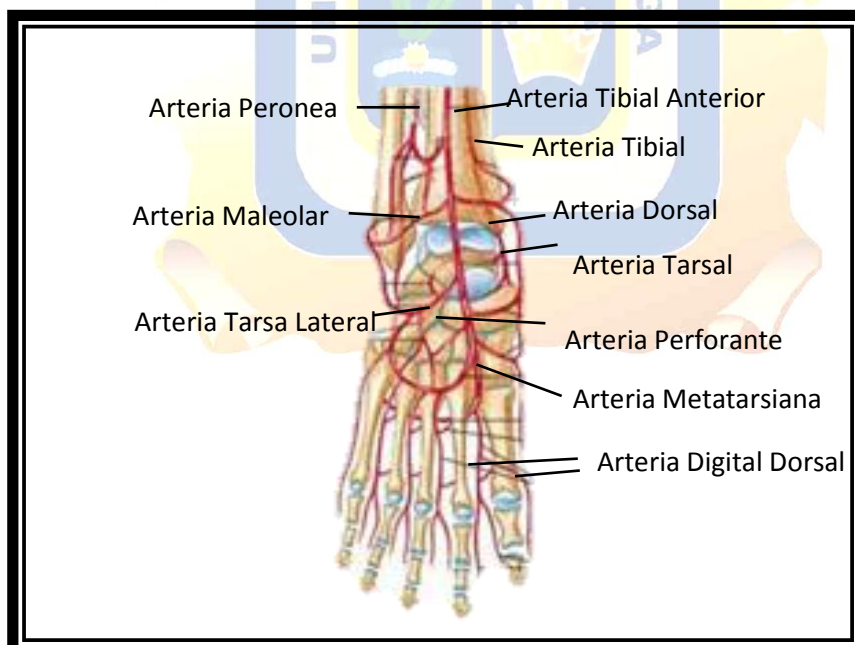
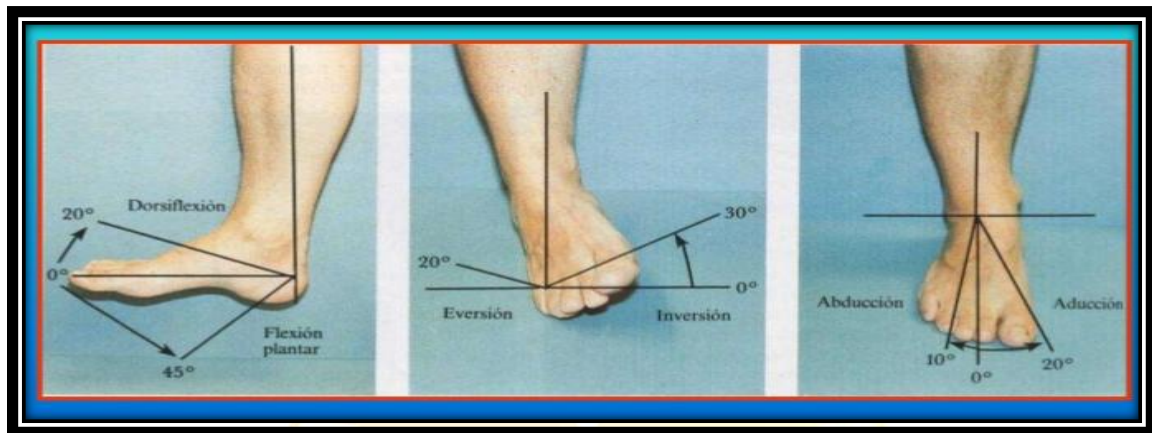


FIGURA 8: VASCULARIZACIÓN DEL TOBILLO



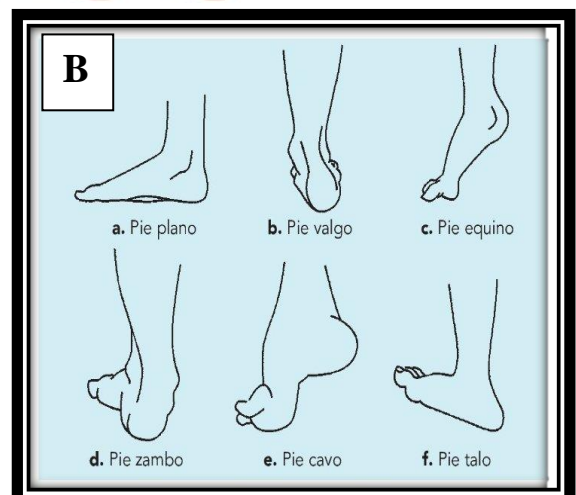
**FIGURA 9: BIOMECÁNICA DEL TOBILLO Y PIE**



La biomecánica del tobillo y pie es completa y ambas están asociadas una con otra, el pie es una parte mecánica integral de la extremidad inferior y es necesaria para una marcha suave y estable, presenta rangos de movimiento en flexión, extensión, eversión e inversión.

**FIGURA 10: FACTORES REDISPONENTES**

- A) Factores Extrínsecos
- B) Factores Intrínsecos



**FIGURA 11: EXÁMEN FÍSICO**



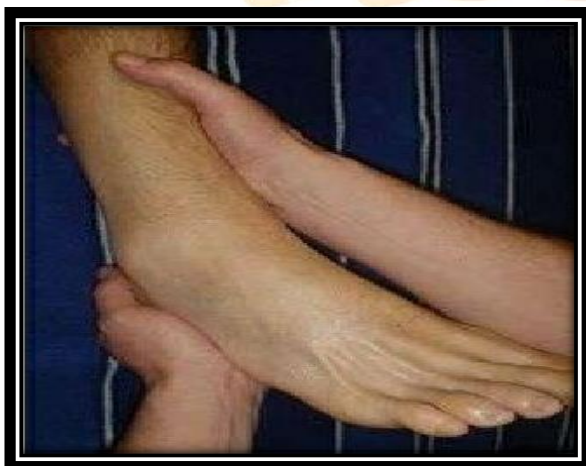
Para diagnosticar una lesión del tobillo es necesario palpar y realizar movimientos en diferentes planos con el fin de examinar, observar tumefacción o lesiones ligamentarias.

**FIGURA 12: PRUEBA DE CAJÓN ANTERIOR**



Se utiliza para evaluar el ligamento peroneo astragalino anterior; se realiza un desplazamiento anterior del astrágalo.

**FIGURA 13: PRUEBA DE VARO FORZADO**



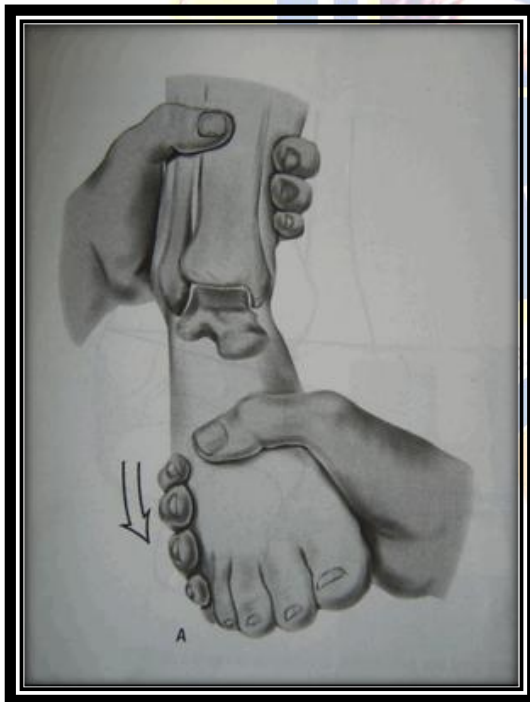
Se utiliza para evaluar el ligamento astragalooperoneo anterior y el ligamento cruzado posterior; se invierte el talón, sujetando la planta del pie y fijando 1/3 distal de la tibia.

**FIGURA 14: PRUEBA DE KLEIGER**



Se utiliza para evaluar el ligamento deltoideo; se realiza una abducción con un componente de pronación sobre el antepié.

**FIGURA 15: PRUEBA DE INCLINACIÓN TALAR**



Se utiliza para evaluar el ligamento peroneocalcaneo; se realiza una aducción.

**FIGURA 16: CRIOTERAPIA**



La aplicación del frío produce una rápida vasoconstricción y disminuye la circulación local en la piel, que se manifiesta por palidez; este medio es muy utilizado para el tratamiento de dolor en afecciones musculoesqueleticas.

**FIGURA 17: MAGNETOTERAPIA**



La magnetoterapia presenta diferentes acciones biológicas, las cuales se dan a través de los efectos terapéuticos como en el aparato cardiovascular específicamente sobre la microcirculación, aumento de la presión parcial del oxígeno sobre los tejidos, entre

## FIGURA 18: FASE I

### A) Vendaje Funcional



El vendaje funcional se debe realizar los primeros días para estabilizar la articulación, y evitar movimientos inadecuados

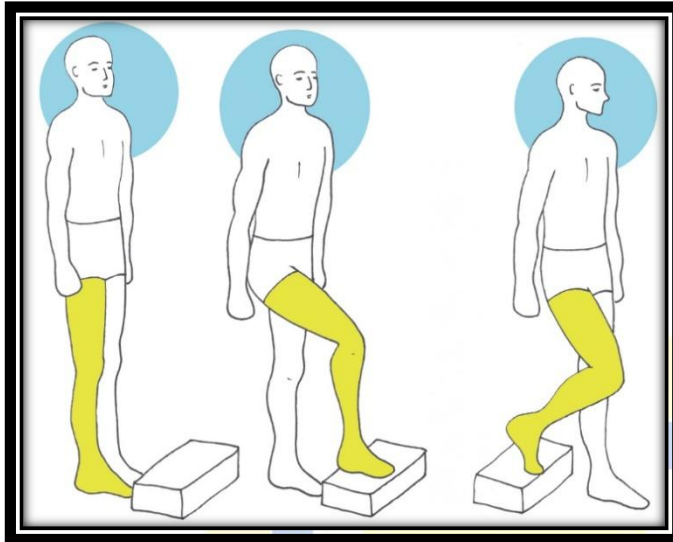
### B) Uso de muletas



En una lesión de tobillo y pie en fases agudas se debe utilizar ayudas biomecánicas (muletas) para evitar la carga de peso sobre el lado lesionado.

## FIGURA 19: EJERCICIOS TERAPÉUTICOS EN LA FASE II

### A) Ejercicios de fortalecimiento en escalón



### B) Ejercicios isométricos tanto en plantiflexión y dorsiflexión



### C) Presionando una pelota contra el suelo





## FIGURA 20: EJERCICIOS TERAPÉUTICOS EN LA FASE III

### A) Fortalecimiento del Tibial Posterior



### B) Fortalecimiento de Triceps Sural



### C) Fortalecimiento de los músculos extensores de los dedos del pie



**D) Fortalecimiento de los peroneos**



**E) Fortalecimiento del cuadrado plantar**



**FIGURA 21: EJERCICIOS TERAPÉUTICOS EN LA FASE IV**

**A) Ejercicios de estabilidad en balancín y un solo pie**



**B) Caminar en punta de pie y talón**



**C) Ejercicios en una caminadora y bicicleta**



1964