

**EFFECTIVIDAD DEL VENDAJE FUNCIONAL DE GARCIA  
COMPARADO CON EL VENDAJE BLANDO EN LA ESTIMULACIÓN  
PROPIOCEPTIVA DE ESGUINCES DE TOBILLO GRADO I Y II.  
UN ENSAYO CLINICO CONTROLADO ALEATORIZADO.**

Posgrado de Ortopedia y Traumatología

Universidad El Bosque

**German Eduardo García Superlano**

Residente IV Año. Ortopedia y Traumatología. Universidad El Bosque.

Bogotá, D.C, Octubre 2017

**EFFECTIVIDAD DEL VENDAJE FUNCIONAL DE GARCIA  
COMPARADO CON EL VENDAJE BLANDO EN LA ESTIMULACIÓN  
PROPIOCEPTIVA DE ESGUINCES DE TOBILLO GRADO I Y II.  
UN ENSAYO CLINICO CONTROLADO ALEATORIZADO.**

Tesis de grado presentada a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad El Bosque  
como requisito para el Título de Ortopedia y Traumatología.

**Autor:**

Dr. German Eduardo García Superlano, residente IV Año. Ortopedia y Traumatología.  
Universidad el Bosque.

**Asesores temáticos:**

Dra. Ángela R. Hernández A.

Dr. Juan M. Herrera A.

**Asesores metodológicos:**

Dr. José Delgado,

Dr. Fabián Cortés.

**Asesor estadístico:**

Dr. Carlos Sánchez.

Bogotá, D.C, Octubre 2017

“La Universidad el Bosque no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi amada esposa quien forma parte de mi vida y comparte todo el esfuerzo y camino hacia el éxito, por a ella esto fue posible. Gracias mi cielo.

A mi familia quienes han estado siempre en mis pensamientos, incondicionales y eternos, son parte de mí y para ellos este logro es suyo. Bendiciones Mami, Hermanos y Papá.

Al Dr. Juan Carlos López quien me dio la oportunidad de entrar a esta casa de estudios y siempre con un respaldo familiar y excepcional.

Al Dr. Oscar Reyes por la confianza, academia y profesionalismo ejemplar para todos.

Al Dr. Orlando Ramos por su cordialidad, amabilidad, experiencia y consejo profesional.

Al Dr. Juan Manuel Herrera quien de forma cordial, elegante, profesional y oportuna me apoyó en el campo de batalla científico.

A la Dra. Ángela Hernández por su profesionalismo, buena energía, confianza y humor, es simplemente reír y disfrutar haciendo un buen trabajando.

A mis compañeros, amigos y nuevos amigos residentes del posgrado de Ortopedia que dan vida para seguir en esta aventura.

## GUÍA DE CONTENIDO

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Problema.....</b>	<b>26</b>
<b>4. Justificación.....</b>	<b>28</b>
<b>5. Objetivos.....</b>	<b>30</b>
<b>6. Propósitos.....</b>	<b>30</b>
<b>7. Aspectos metodológicos.....</b>	<b>31</b>
<b>7.1 Tipo de estudio.....</b>	<b>31</b>
<b>7.2 Población de referencia y muestra.....</b>	<b>31</b>
<b>7.3 Variables.....</b>	<b>32</b>
<b>7.4 Hipótesis.....</b>	<b>34</b>
<b>7.5 Técnica de recolección de información.....</b>	<b>34</b>
<b>8. Materiales y métodos.....</b>	<b>35</b>

<b>9. Plan de análisis de datos.....</b>	<b>40</b>
<b>10. Aspectos éticos.....</b>	<b>41</b>
<b>11. Organigrama.....</b>	<b>42</b>
<b>12. Cronograma.....</b>	<b>43</b>
<b>13. Presupuesto.....</b>	<b>43</b>
<b>14. Resultados.....</b>	<b>43</b>
<b>15. Referencias.....</b>	<b>44</b>

El esguince de tobillo es una de las patologías musculoesqueléticas más frecuentes tanto para el deportista como para la población general. El 85% de los casos corresponden a lesión del ligamento lateral, y en un 75% el peronéo astragalino anterior. El tratamiento del esguince dependerá del grado de lesión y consiste en descanso, crioterapia, restricción parcial o total del apoyo y movilidad con vendajes blandos, férulas o botas de yeso. En la última década se ha documentado la importancia de la propiocepción en el control neuromuscular, eficiencia al realizar movimientos y defensa articular activando componentes dinámicos protectores frente a un trauma, dependiendo esta de estímulos sensoriales provenientes del sistemas visual, auditivo y vestibular, de receptores cutáneos, articulares y musculares, que son responsables de traducir eventos mecánicos ocurridos en los tejidos en señales neurológicas. El estímulo o trabajo propioceptivo se retrasa hasta el momento en que se inicia la fisioterapia cuando ya han pasado algunos días mientras baja la inflamación y se tolera mejor el dolor. Pensamos que existe una forma para lograr la estimulación propiocepción inmediata con un vendaje funcional que consta en la colocación de tiras de esparadrapo de forma metodológica y fundamentación biomecánica con el tobillo en posición de acortamiento de las estructuras lesionadas permitiendo además el apoyo temprano y disminución del dolor. Para esto compararemos nuestra técnica con el vendaje blando a través de la Prueba de Romberg modificado y variables como lo son sexo, edad, lado de presentación, antecedentes de esguinces y escala de dolor análogo.

**Palabras Claves:** Propiocepción, esguince de tobillo, vendaje funcional, vendaje blando.

## **ABSTRACT**

Ankle sprain is one of the most common musculoskeletal pathologies for both the athlete and the general population. 85% of the cases correspond to injury of the lateral ligament, and in 75% the anterior astragaline fibula. The treatment of the sprain will depend on the degree of the injury and consists of rest, cryotherapy, partial or total restraint of support and mobility with soft bandages, splints or boots of plaster. In recent decades, the importance of proprioception in neuromuscular control has been documented, efficiency in performing movements and joint defense by activating dynamic protective components against trauma, depending on sensory stimuli from the visual, auditory and vestibular systems of The cutaneous, articular and muscular receptors, which are responsible for translating mechanical events occurring in the tissues into neurological signals. The proprioceptive stimulus or work is delayed until the moment the physiotherapy is initiated when some days have already passed while the inflammation falls and the pain is better tolerated. We believe that there is a way to achieve immediate proprioception stimulation with a functional bandage consisting of the placement of strips of methodological method and biomechanical foundation with the ankle in a position of shortening of the injured structures also allowing the early support and pain decrease. For this we will compare our technique with the soft bandage through the modified Romberg test and variables such as sex, age, presentation side, history of sprains and similar pain scale.

**Keywords:** Propioception, ankle sprain, functional bandage, soft bandage.

## 2. MARCO TEÓRICO

### *Consideraciones anatómicas del tobillo*

La articulación del tobillo o talocrural (*talus*, astrágalo; *crural*, pierna) está constituida por tres huesos: tibia, peroné y astrágalo, por esta razón que clásicamente se conoce con el nombre de articulación tibioperoneoastragalina. Todo este conjunto queda incluido dentro de una capsula articular que se inserta en los bordes inferiores de los huesos de la pierna y alrededor de las carillas articulares para esta articulación del astrágalo. La tróclea astragalina es más ancha por delante, lo que permite una mayor estabilidad articular durante la flexión dorsal, al encajar éste entre la mortaja formada por la tibia y el peroné. Al contrario, en la flexión plantar la región más estrecha de la tróclea astragalina permite una pequeña movilidad de esta articulación.<sup>1</sup>

El tobillo con la ayuda de la rotación axial de la rodilla, tiene tres movimientos en tres ejes de libertad, los cuales permiten orientar la bóveda plantar en todas las direcciones para adaptarla a los accidentes del terreno, a diferentes actividades como la marcha y a diversas situaciones deportivas.

El movimiento de flexión y extensión en los que la zona distal del pie se aleja de la tibia (extensión) o se aproxima a la tibia (flexión), discurre en el plano sagital, su amplitud es de 20 a 30° de flexión y de 30 a 50° de extensión, se produce principalmente en la articulación supraastragalina aunque en los movimientos extremos se añade la amplitud propia de las articulaciones del tarso<sup>1</sup>. El movimiento de inversión y eversión tienen lugar en el plano frontal, e los que la superficie plantar se inclina en sentido de enfrentamiento al plano

medio sagital (inversión) o alejamiento del plano medio sagital (eversión), tiene una amplitud total de 35 a 45°.

Los movimientos de estos ejes se dan casi siempre de forma combinada. La supinación consiste en la combinación simultánea de la aducción, inversión y extensión, mientras que la pronación consiste en la abducción, eversión y flexión. El eje para este movimiento atraviesa el pie desde posterior, lateral y plantar, hasta anterior medial y dorsal y se le denomina el eje de Fick.

El astrágalo se mantiene dentro de la mortaja tibioperonéa gracias a un sistema de contención que viene dado por la propia estructura anatómica y un sistema de retención que está compuesto por la cápsula articular y sus refuerzos laterales ligamentosos, así como los tendones periarticulares, que se comportan como ligamentos activos (Rodríguez, 1998). Los ligamentos laterales forman potentes abanicos fibrosos a cada lado de la articulación, cuyo vértice se fija en el maléolo correspondiente y la periferia en los huesos del tarso posterior. El ligamento lateral externo lo constituyen tres fascículos, el fascículo anterior o peroneo astragalino anterior, fijado al borde anterior del maléolo del peroné que se dirige oblicuamente hacia abajo y adelante para fijarse en el astrágalo entre la carilla externa y la abertura del tarso. Es el que con mayor frecuencia se lesiona y su carga máxima de rotura es de tan solo 297 N.<sup>2</sup>

El fascículo medio o peroneo calcáneo parte de las proximidades del vértice del maléolo del peroné y se dirige hacia abajo y hacia atrás para fijarse en la cara externa del calcáneo, siendo el más largo y fuerte de los ligamentos externos, capaz de soportar una carga máxima para la rotura de 598 N. El fascículo posterior o peroneo astragalino posterior se

origina en la cara interna del maléolo peroneal por detrás de la carilla articular y se dirige en sentido horizontal hacia adentro y algo hacia atrás para fijarse en el tubérculo posterior del astrágalo, siendo capaz de soportar carga máxima para la rotura de 554 N.<sup>2</sup>

El ligamento lateral interno está compuesto por un plano profundo y otro superficial. El plano profundo está formado por dos fascículos tibioperoneo astragalino anterior y posterior y el plano superficial más extenso y triangular formado por el ligamento deltoideo. Desde su origen tibial se extiende por una línea de inserción inferior, continua en el escafoides, el borde interno del ligamento glenoideo y la apófisis del calcáneo.

Completando los ligamentos del tobillo están el anterior y posterior de la articulación tibio tarsiana que son engrosamientos capsulares y los ligamentos sindesmóticos compuestos por el ligamento tibioperoneo anterior, tibioperoneo posterior e interóseo.

Entre los músculos que ejercen flexión están el tibial anterior con fuerza máxima aproximada de 25 N y secundariamente el extensor del dedo gordo con (4 N) y el extensor común de los dedos (8N).

La extensión es producida por el tríceps sural (gemelos 88N y sóleo 73N) y de forma secundaria por el tibial posterior (4N), los flexores de los dedos (4N), el flexor del dedo gordo (9N) y los peroneos laterales (7N). La fuerza de los músculos que producen extensión puede llegar a 186N (cinco veces más que la de los músculos que producen flexión) por la importancia de su papel en la postura, los desplazamientos y las batidas.

La supinación es producida por el tríceps sural (47N), el tibial posterior (15(N), el tibial anterior (5N), el flexor común de los dedos del pie (6N) y el flexor propio del dedo gordo (7N). La pronación es producida por el peroneo lateral largo (6N), el peroneo lateral corto

(4N), el extensor común de los dedos del pie (3N) y el peroneo anterior (2N), con un total sumatorio de 15N.

### *Esguince de tobillo.*

El esguince de tobillo es una lesión traumática de los tejidos blandos que resulta del estiramiento, rasgadura, rotura o distensión del ligamento que conectan los huesos y mantienen unidas las articulaciones del tobillo, desencadenado por un movimiento forzado más allá de los límites fisiológicos siendo esta una de las lesiones músculo esqueléticas más frecuentes. Su elevada incidencia y el hecho de que afecte en la mayoría de los casos a personas en edad laboral hacen del esguince de tobillo un importante problema no solo médico sino también socioeconómico; ya que los gastos derivados del diagnóstico, tratamiento y el absentismo laboral son elevados. En el ámbito deportivo la incidencia es todavía mayor llegando a suponer el 21 % de todas las lesiones que se producen.<sup>3</sup>

En la mayoría de los casos, el mecanismo lesivo es la inversión forzada (aproximación con rotación interna y flexión plantar) y tiene como consecuencia una lesión del ligamento lateral externo del tobillo. De los tres fascículos de los que consta este ligamento, el que con mayor frecuencia se lesiona es el anterior o peroneoastragalino anterior (65% de los casos), seguido del fascículo medio o peroneocalcáneo (20%); siendo la lesión del fascículo posterior o peroneoastragalino posterior rara. Por lo general la lesión del ligamento no suele asociarse a fracturas (solo en el 15% de los casos).<sup>4</sup>

### *Diagnóstico del esguince de tobillo.*

Ante una lesión traumática del ligamento lateral externo, lo primero que se debe hacer es descartar la posible existencia de fracturas. Tradicionalmente esto se hacía mediante

realización de pruebas radiográficas. Sin embargo, la evidencia científica ha demostrado que no siempre son necesarias. Las reglas de Ottawa fueron diseñadas por Stiell et al. (1993) para evitar las radiografías innecesarias y han demostrado tener suficiente validez a la hora de descartar posibles fracturas. La sensibilidad de las Reglas de Ottawa es de un 98% y su especificidad de un 32%, siendo la sensibilidad de un 99,6% y la especificidad de un 27,9% cuando se realizan en las primeras 48 horas tras el traumatismo.

Se deben tomar radiografías de la articulación del tobillo si existe dolor a la palpación en la parte posterior de los últimos 6 centímetros del peroné; si hay dolor a la palpación en la zona posterior de los últimos 6 centímetros de la tibia; si hay dolor a la palpación en la base del quinto metatarsiano; si hay dolor a la palpación en la zona del hueso escafoides o navicular; en caso de incapacidad para ponerse de pie y soportar su peso corporal inmediatamente después de la lesión o incapacidad para dar cuatro pasos en la exploración posterior. La presencia de uno solo de estos hallazgos hace necesaria la realización de una radiografía.

Una vez descartada la existencia de fracturas, el diagnóstico de la lesión se realiza en base a los hallazgos clínicos encontrados. El examen físico comienza con la observación de la zona. La presencia de inflamación, hematoma y deformidad asociada al dolor suelen ser indicativos de una lesión aguda. La estabilidad lateral de los ligamentos se valora mediante la realización de dos maniobras de provocación. La prueba de cajón anterior se realiza para valorar la integridad del ligamento peroneoastragalino anterior. Se realiza con la rodilla flexionada y el tobillo en 10-15° de flexión plantar. El examinador realiza una presión hacia adelante desde el talón al mismo tiempo que sujeta la tibia hacia atrás. La prueba de inversión forzada de tobillo se realiza para valorar el ligamento peroneo astragalino anterior

y el ligamento peroneocalcáneo. Se realiza con el tobillo en posición neutra. El tobillo se sostiene estable al tiempo que se realiza una inversión del astrágalo y calcáneo con respecto a la tibia. El diagnóstico basado en hallazgos clínicos es más específico y sensible si se realiza el examen físico pasados 4 o 5 días después del traumatismo.

#### *Clasificación de los esguinces de tobillo.*

La clasificación de los esguinces se ha realizado, tradicionalmente, teniendo en cuenta las características anatómicas. Así, podemos clasificarlos en tres grados. El esguince grado I anatómicamente se trata de un estiramiento del ligamento sin rotura macroscópica que se acompaña de una pequeña inflamación, mínima o nula pérdida de función y ausencia de inestabilidad mecánica en la articulación. El esguince grado II se trata de una rotura parcial macroscópica del ligamento que se acompaña de dolor moderado, e inflamación a lo largo de todas las estructuras lesionadas; así como una cierta limitación en la movilidad del tobillo y de media a moderada inestabilidad articular. El esguince grado III se trata de una rotura completa del ligamento con marcada inflamación, hemorragia y dolor a la palpación; la pérdida de función es completa y podemos observar una movilidad anormal, así como una gran inestabilidad articular.

#### *Pronóstico y tratamiento del esguince de tobillo*

El pronóstico y tratamiento de la lesión del ligamento lateral externo depende del grado y la estabilidad de la misma. En el caso de lesiones estables (grado I) el pronóstico es bueno y el tratamiento de elección es el conservador: hielo, reposo, vendaje compresivo y elevación. En el caso de lesiones más graves e inestabilidades (grado II y III) existe controversia sobre cuál es el mejor tratamiento y la incidencia de complicaciones aumenta. Pasado un año tras

el esguince, son frecuentes el dolor y la inestabilidad, así como las recidivas del mismo. Los procesos patológicos que tienen lugar tras el esguince, (afectación del tejido músculo esquelético, debilidad de la musculatura agonista, déficit propioceptivo y neuromuscular, pérdida de equilibrio) se encuentran dentro de los factores de riesgo intrínsecos de producción de un esguince.

Una buena actuación fisioterapéutica, con un diagnóstico y tratamiento adecuados, es esencial para prevenir todas estas alteraciones residuales tras un primer episodio de esguinces de tobillo, así como las recidivas del mismo y en último término la inestabilidad crónica de tobillo. Un esguince previo es el mayor factor de riesgo para que se produzca un esguince agudo de tobillo.<sup>5</sup>

En cuanto al tratamiento, existe evidencia científica que desaconseja la cirugía como tratamiento de elección en un primer momento debido al mayor riesgo de complicaciones y mayores costes económicos

Las revisiones sistemáticas llevadas a cabo por Polzer y Petersen desaconsejan la inmovilización como tratamiento, sin embargo, hoy en día nos encontramos con numerosos casos en los que el tratamiento de elección en las unidades de emergencia es la férula de escayola. La inmovilización con férula posterior o similar solo estaría indicada en caso de esguince grado III y durante un breve período de tiempo (máximo 10 días) ya que, en este caso, ha demostrado ser beneficiosa a la hora de reducir el dolor y la inflamación en fase aguda.<sup>6</sup>

Por lo tanto, en la mayoría de los casos de esguinces grado II y III el tratamiento más indicado es el tratamiento conservador funcional. Entre los beneficios de este tipo de

tratamiento cabe destacar la posibilidad de descargar los ligamentos y obtener una máxima estabilidad articular sin la necesidad de una inmovilización absoluta. De esta manera se evita el riesgo de atrofia y déficit propioceptivo que la inmovilización conlleva. Permite una movilización progresiva de la articulación, manteniendo inmovilizadas las estructuras lesionadas. La movilización provoca una tensión moderada en los ligamentos, sin que aumente el riesgo de lesión, que favorece la reorganización de las fibras de colágeno propiciando así una mejor curación. Medina Porqueres I, Luque Suárez A. Vendajes funcionales en traumatología deportiva. <sup>7</sup>

#### *Vendaje Funcional.*

Técnica de tratamiento cuyo objetivo es disminuir la tensión generada o transmitida a los tejidos biológicos implicados en la lesión para protegerlos contra las recidivas o el agravamiento mediante la colocación de una serie de tiras de esparadrapo adhesivo inelástico; asegurando una óptima cicatrización del ligamento lesionado. <sup>40</sup>

El vendaje funcional utilizado de modo terapéutico, evita los efectos secundarios de la inmovilización total en lesiones leves o moderadas. Sigue un modelo de elaboración asimétrico, de tal manera que disminuye la sollicitud de los tejidos lesionados, situándolos en posición de acortamiento o corregida, limitando así su movilidad, pero permitiendo una funcionalidad mínima, dependiendo la acción estabilizadora de múltiples factores entre los que están las características del material utilizado, la técnica de confección, la longitud de las tiras y la disponibilidad de los anclajes. <sup>41</sup>

El Vendaje Funcional tiene una acción mecánica al asegurar una posición de acortamiento de los elementos lesionados; asegurando una acción antiálgica y protectora

contra el mecanismo lesional y/o posición patológica sin sacrificar del todo el aspecto funcional. Tiene una acción exteroceptiva al aplicar las tiras adheridas al plano cutáneo hace que la reproducción del mecanismo lesional, suponga una información suplementaria que actúa como señal de alarma, haciendo que el paciente corrija la posición. Tiene una acción propioceptiva determinando una tensión muscular, tendinosa y/o capsular que parece provocar un aumento del tono muscular de base; mejorando así la capacidad del organismo de ejecutar una respuesta adecuada ante un movimiento imprevisto. Por último el vendaje tiene también una acción psicológica al dar confianza y seguridad al que lo lleva, llegando incluso a provocar cierta dependencia.

*Contraindicaciones del Vendaje Funcional:*

Lesiones graves que requieran inmovilización total, Roturas musculares, fracturas óseas, alteraciones venosas o linfáticas importantes, edemas ya constituidos o no localizados, heridas de consideración, alteraciones dermatológicas intensas, quemaduras, trastornos tróficos y neurosensitivos, alergias al material empleado.

*El vendaje funcional de García* es un vendaje terapéutico para el tratamiento de esguinces de tobillo grado I y II, y consiste en la colocación de cintas de esparadrapo dispuesta metódicamente con el tobillo en 90° de dorsiflexión y 15° de pronación del antepie garantizando una posición de protección y acortamiento de las estructuras lesionadas y de esta forma tolerar mejor la descarga inmediata de la extremidad debido a la estimulación propioceptiva cutánea que ejerce el vendaje con el tobillo en posición contraria al mecanismo de la lesión.

*Consideraciones anatómicas y biomecánicas de la disposición de las tiras del vendaje funcional de García*

Considerando que el músculo tibial anterior es el principal supinador del pie con una fuerza superior a los músculos antagonistas, se coloca una tira simulando la inserción y trayecto contrario al músculo tibial anterior, iniciando distal a la base del V metatarsiano hasta la 1/3 proximal medial de la pierna, se coloca una tira en dirección del retináculo superior de los músculos extensores, es decir, transversal desde la región superior del maléolo medial hasta la región inferior del maléolo lateral, y estas se fijan con una tercera cinta que desciende en forma de espiral por la pierna hasta el tobillo sin hacer compresión circular.

*Técnica de colocación del Vendaje Funcional García:*

Con el tobillo en 90° de dorsiflexión y 15° de pronación del antepie para garantizar una posición de protección y acortamiento de las estructuras procedemos a colocar tres tiras de adhesivo no elástico:

Primera tira: sin tensión iniciando en la plata del pie desde la base del V metatarsiano en sentido perpendicular al eje mayor de la extremidad y una vez superado el borde externo del pie generamos tensión y a manera de cuerda de arco direccionando la tira hacia 1/3 medio interno de la pierna. Segunda tira: en dirección del retináculo superior de los músculos extensores, es decir, transversal desde la región superior del maléolo medial hasta la región inferior del maléolo lateral. Tercera tira: será de fijación para evitar el desprendimiento de las primeras, y esta se coloca sin tensión, ocluyendo el cavo proximal de la primera tira, y haciendo un descenso anterior cruzando la línea media de la pierna

hasta llegar a la zona inframaleolar externa. Esta disposición de tiras, además de acortar las estructuras laterales lesionadas y producir un estímulo de tensión en los mecanorreceptores cutáneos evita un efecto torniquete que obstruya la circulación, retorno venoso y drenaje linfático. Dependiendo de las características morfológicas de la pierna podrá ser necesario colocar más tiras de soporte con las coordenadas predeterminadas.

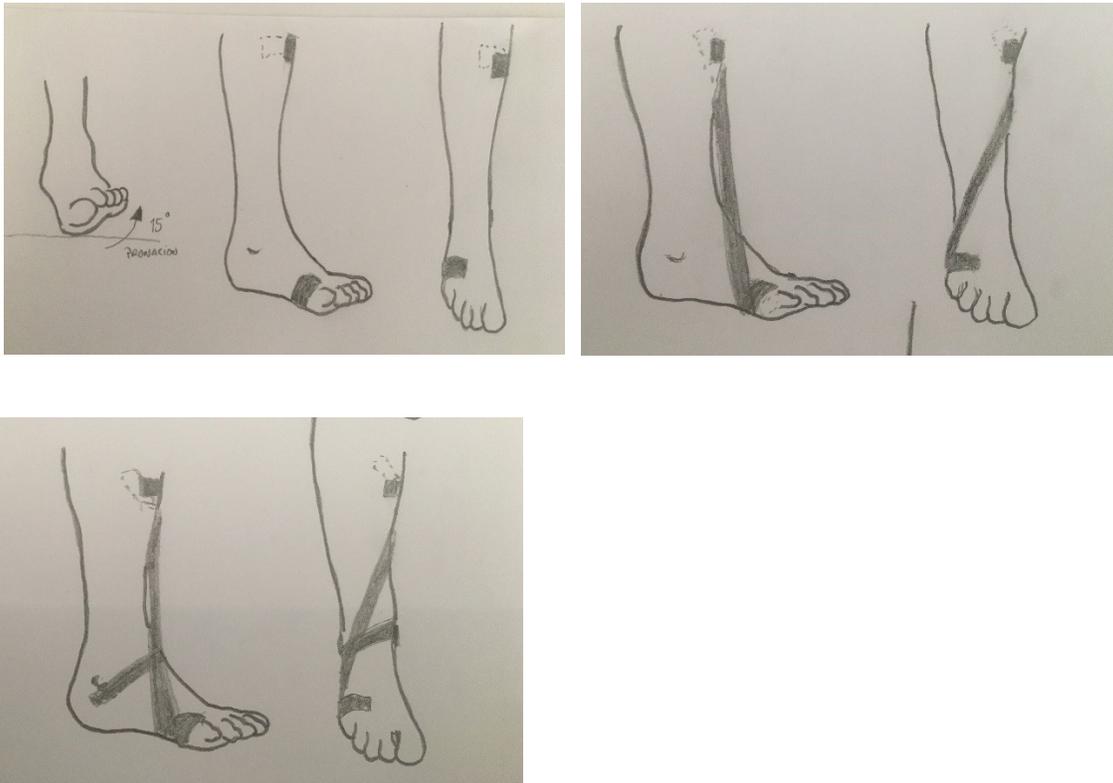


Figura 1. Colocación de vendaje funcional de García

*La Propiocepción.*

En su interacción con el medio ambiente, el ser humano realiza actividades que en su mayoría se asocian con la generación de movimiento, siendo este un componente fundamental y esencial de la vida humana. En las últimas décadas se ha producido un

cambio fundamental en el campo de la investigación del control de los movimientos humanos, debido en gran medida a una comprensión creciente del papel que desempeña los mecanismos de la información sensorial. La propiocepción es la fuente más importante para el desarrollo neural de tareas específicas.

En 1826 Charles Bell, un filósofo escocés identificó por primera vez la base anatómica fundamental para la conexión del cerebro y los movimientos, el escribió que "entre el cerebro y los músculos hay un círculo de nervios; un nervio (raíces ventrales) transmite la influencia del cerebro al músculo, otro nervio (raíces dorsales) da la sensación de la condición del músculo al cerebro<sup>9</sup>. En la opinión de Bell, "sentido muscular" se refiere a un sistema de circuito cerrado entre el cerebro y el músculo: la vía aferente de los músculos al cerebro y la vía eferente del cerebro a los músculos.

En 1886 el anatomista y patólogo inglés Henry Bastian introdujo el término "cinestesia" derivado de dos palabras griegas "kinein" (mover) y "aisthesis" (sensación): "me refiero a la sensación corporal que resulta de o es directamente ocasionada por el movimiento... quinestesis. Por medio de este complejo de impresión sensorial nos familiarizamos con la posición y los movimientos de nuestros miembros... por medio del cerebro también derivan mucha orientación inconsciente en la actuación del movimiento en general"<sup>10</sup>.

En 1906, Sir Charles Sherrington, neurofisiólogo inglés acuñó el término de "propiocepción", a partir de una combinación del latín "proprius"(uno mismo) y de la "percepción", para dar un término a la información sensorial derivada de los receptores (neurales) articulaciones, músculos y tendones que permiten a una persona saber dónde se encuentran las partes del cuerpo en cualquier momento. Se refirió a la propiocepción

como "la percepción de la articulación y el movimiento del cuerpo, así como la posición del cuerpo o segmentos del cuerpo en el espacio"<sup>11</sup>.

Algunos investigadores definen la propiocepción como solamente el sentido de la posición, y la cinestesia como la percepción consciente del movimiento articular<sup>12,13</sup>, mientras que otros consideran que la cinestesia es una de las submodalidades de la propiocepción, y que la propiocepción como estructura contiene tanto el sentido de la posición de la articulación y la sensación de movimiento de la articulación (cinestesia)<sup>14,15</sup>. Propiocepción definida de este modo concuerda con la conceptualización de la cinestesia de Bastian, que incluye ambos sentidos de posición y movimiento.

Aunque la posición articular y el movimiento se han considerado como dos entidades sensoriales separadas,<sup>16,17</sup> cualquier movimiento es acompañado por cambios en la información con respecto a la posición y los sentidos del movimiento<sup>18,19</sup>, es decir, los sentidos del movimiento de las articulaciones y de la posición de las articulaciones están siempre asociados entre sí en las actividades cotidianas<sup>20</sup> y como consecuencia se ha argumentado que es apropiado interpretar "propiocepción" y la "cinestesia" como sinónimos.<sup>20,21</sup>

La definición original de propiocepción, dada por Charles Sherrington cuando usó el término por primera vez, fue que la propiocepción es "... la percepción del movimiento de las articulaciones del cuerpo, así como la posición del cuerpo o segmentos corporales en el espacio" y las percepciones de las flexiones y extensiones relativas de nuestros miembros". Aquí Sherrington se refiere a la propiocepción como "percepción" de la posición y el movimiento del cuerpo. La percepción, desde el latín "percepio" (percibir), es la

identificación, organización e interpretación de la información sensorial, para que los humanos representen y comprendan internamente el ambiente.<sup>22</sup> Todas las percepciones requieren señales dentro del sistema nervioso, que derivan de la estimulación física de diversos órganos de los sentidos<sup>23</sup>. Por ejemplo la audición implica ondas sonoras que afectan al tímpano, y la visión incluye la luz que incide en la retina del ojo y la transducción de estas diferentes formas de energía eléctrica dentro de las neuronas.

Del mismo modo la propiocepción requiere la estimulación de mecanorreceptores a través de movimientos corporales (cambios en la posición del cuerpo). Sin embargo, una característica de la percepción es que no es simplemente la recepción pasiva de una señal sensorial, más bien la percepción está modelada por la memoria y el aprendizaje.<sup>24</sup>

En este entendimiento, la propiocepción puede definirse como la capacidad de un individuo para integrar las señales sensoriales de los mecanorreceptores para así determinar las posiciones del segmento corporal y los movimientos en el espacio. En otras palabras, la propiocepción no es meramente una propiedad fisiológica, sino que tiene aspectos tanto fisiológicos (hardware) como psicológicos (software).<sup>25,26</sup> Para ser específico, la propiocepción es la percepción de la posición corporal y los movimientos en el espacio tridimensional, y el rendimiento propioceptivo general está determinado por la calidad de la información propioceptiva disponible y la capacidad propioceptiva del individuo. Así, el hardware (mecanorreceptores periféricos) proporcionan información propioceptiva al cerebro para que el software (procesamiento central) se integre y utilice.<sup>27</sup>

Ashton-Miller argumentó que si la propiocepción es solo la parte aferente del sistema (hardware),<sup>28</sup> no podrá ser entrenada porque no hay capacidad para entrenar una señal. En

contraste, una reciente revisión por Witchalls y colaboradores<sup>29</sup> ha demostrado que la propiocepción como una medida de la respuesta neuromuscular a un estímulo debe implicar la entrada sensorial, el procesamiento central y la salida de respuesta motora en un circuito cerrado. Por tal motivo, no es suficiente considerar la propiocepción como una entrada neural acumulativa al sistema nervioso central desde los mecanorreceptores localizados en los músculos, articulaciones y la piel, y es inapropiado interpretar la detección de un movimiento pasivo sin la activación muscular o medición de la activación del reflejo muscular como capacidad propioceptiva general.

La propiocepción es la capacidad que tiene el cuerpo para detectar el movimiento y posición articular, lo cual tiene grandes implicaciones en el control neuromuscular, eficiencia al realizar movimientos y gestos deportivos, así como en la protección articular al activar componentes dinámicos protectores frente a un trauma.<sup>30</sup> Esta depende de estímulos sensoriales provenientes de los sistemas visual, auditivo, vestibular, y de los receptores cutáneos, articulares y musculares que son responsables de traducir eventos mecánicos ocurridos en los tejidos en señales neurológicas.<sup>31</sup>

La propiocepción ha sido caracterizada como una variación especializada del tacto, la cual incluye la habilidad para detectar tanto la posición como el movimiento articular. Esta ocurre por una compleja integración de impulsos somato sensoriales (conscientes e inconscientes) los cuales se transmiten por medio de mecanorreceptores, permitiendo el control neuromuscular de parte del atleta.<sup>32</sup>

La estabilidad dinámica articular resulta de un preciso control de los músculos esqueléticos que atraviesan las articulaciones. La activación muscular puede ser iniciada

conscientemente (orden voluntaria directa) o inconscientemente y automáticamente (como parte de un programa motor o en respuesta a un estímulo sensorial). El término control neuromuscular se refiere específicamente a la activación inconsciente de los limitantes dinámicos que rodean una articulación.<sup>33</sup>

Existen tres clases de mecanorreceptores periféricos, los cuales incluyen receptores musculares, articulares y cutáneos, que responden a la deformación mecánica producida en los tejidos, la cual es enviada al sistema nervioso central. Las vías aferentes hacen sinapsis en el asta dorsal de la medula espinal y de allí pasan de las interneuronas a las neuronas alfa y gamma, las cuales controlan la información proveniente de la periferia. La información aferente, también es procesada y modulada en otros centros del control en el sistema nervioso central como son el cerebelo y la corteza. Trabajando en forma completamente subconsciente, el cerebelo tiene un rol esencial en la planificación y modificación de las actividades motoras.

El cerebelo está dividido en tres áreas funcionales, la primera es el vestíbulo - cerebelo responsable de controlar los músculos axiales primarios que tienen que ver con el equilibrio postural; mientras que la segunda división, el cerebro - cerebelo está involucrada en la planificación e iniciación de movimientos que requieren precisión, rapidez y destreza. La tercera división, el espino - cerebelo recibe información aferente somato sensorial, visual y vestibular, sirve para ajustar movimientos a través de conexiones con el bulbo raquídeo y la corteza motora. Adicionalmente, esta división regula el tono muscular por medio de motoneuronas gamma. A partir de lo anterior, los tres tipos de mecano receptores tienen un rol interactivo en el mantenimiento de la estabilidad articular.

*La prueba de Romberg* fue descrita por Marshal Hall, Bernardus Brach y Mortiz Romberg a comienzos del siglo XIX. Fue descrita inicialmente como la pérdida del control postural en pacientes con *tabes dorsalis* después de cerrar los ojos en la oscuridad. A medida que su uso se popularizó, su base anatomopatológica y su significancia clínica se fue clarificando había un déficit sensorial propioceptivo.<sup>34</sup> La prueba de Romberg, diseñada para el diagnóstico de la ataxia de origen central se ha utilizado como una aproximación con medios de carácter subjetivo para establecer la presencia o ausencia de alteraciones a nivel propioceptivo, más no permite establecer grados intermedios de normalidad, disminución o aumento protectorio de la propiocepción. Por lo tanto no existe una prueba estandarizada que permita medir la propiocepción, sino únicamente establecer su presencia o ausencia.

*La prueba de Romberg modificada* fue diseñada por el autor Dr. Juan Manuel Herrera<sup>35</sup> para evaluar la propiocepción en pacientes sanos y hacerla medible en tiempo permitiendo evaluar objetivamente la propiocepción de un paciente. La prueba se realiza con el paciente en posición bípeda, brazos estirados al frente con el hombro en ángulo de 90 grados y las palmas de las manos hacia arriba, se le indica al sujeto cerrar los ojos y realizar apoyo monopodal verificando que el sujeto no realice contacto entre los dos miembros inferiores. En este punto se mide en segundos la duración del monopodal hasta que el sujeto haga contacto con la extremidad contralateral del suelo. La prueba se repite con el miembro contralateral y se registran los resultados del apoyo monopodal sin retroalimentación visual en segundos para cada una de las extremidades del miembro inferior.

### 3. PROBLEMA

El esguince de tobillo es la lesión más frecuente asociada con la actividad física y la actividad deportiva, afectando la mayoría de las veces a personas en edad laboral siendo así un problema médico y socioeconómico que produce altos gastos derivados de la atención médica y el ausentismo laboral<sup>1</sup>, representan el 33-73% de las lesiones de tobillo<sup>2</sup> y son la razón de 1,6 millones de visitas al consultorio médico y más de 8000 hospitalizaciones cada año en Estados Unidos<sup>3</sup>. El factor predisponente primario para un esguince de tobillo es un historial de esguince previo<sup>4</sup> y aproximadamente el 30% de las personas que tienen un esguince de tobillo por primera vez desarrollan inestabilidad recurrente del tobillo; sin embargo, se ha informado que este número es tan alto como el 70%<sup>5-7</sup>. La inestabilidad mecánica del tobillo se refiere a la laxitud de la articulación debido al daño de las estructuras ligamentarias, y por otro lado la inestabilidad funcional se refiere a la percepción de un tobillo débil, doloroso y menos funcional luego del esguince<sup>8</sup>.

En los últimos 30 años se han investigado sistemáticamente las alteraciones propioceptivas y cinestésicas del tobillo y las estructuras circundantes tales como el reconocimiento de la posición de la articulación. De esta forma la propiocepción como grupo de sensaciones que incluyen movimiento, posición de la articulación y la fuerza muscular se deteriora, produciendo incapacidad para detectar la posición del pie en relación con el cuerpo debido a la alteración generada en el esguince que resulta del daño de mecanorreceptores<sup>9-11</sup>.

El manejo de estas lesiones consiste en programas de rehabilitación y ejercicios propioceptivos para reducir la inestabilidad subjetiva y mejorar la función<sup>12</sup>. Se piensa que el empleo de vendajes o tobilleras como medios para prevenir mayores lesiones pueden

mejorar la agudeza propioceptiva por el aumento de la estimulación cutánea de los mecanorreceptores<sup>13-14</sup>, sin embargo en revisiones bibliográficas no se han conseguido efectos significativos en la propiocepción con el uso de vendajes funcionales, cintas o blando de tobillo, pero si su importancia en la reducción de recidivas de esguinces<sup>15-16</sup>. La prueba de romberg modificada es una prueba útil para la determinación de la propiocepción en los adultos que consiste en cuantificar el tiempo en segundos que soporta el paciente en posición monopodal y sin estímulo visual, pudiendo caracterizar a los pacientes por grupos etareos, género y lado dominante<sup>17</sup>.

El vendaje blando es un procedimiento práctico, económico y sencillo que brinda beneficios importantes a los pacientes con edemas secundarios a esguinces ofreciendo estabilidad de los tejidos blandos y efecto antiedema por la compresión homogénea y absorción del exceso de líquido en tejidos<sup>18</sup>. El vendaje funcional de García, es una nueva opción terapéutica funcional propuesta por el autor, que consiste en la colocación de cintas de esparadrapo dispuesta metódicamente con el tobillo a 0° de dorsiflexión y 15° de pronación del antepie, para garantizar una posición de protección y acortamiento de las estructuras lesionadas y de esta forma tolerar mejor la descarga inmediata de la extremidad debido a la estimulación propioceptiva cutánea que ejerce el vendaje con el tobillo en posición contraria al mecanismo de la lesión. Conociendo que la prueba de romberg modificada es una prueba útil para determinar la propiocepción en pacientes sanos, es una interrogante su empleo en pacientes con esguinces de tobillo que han sido sometidos a vendajes blandos o funcionales para tal vez poder evidenciar científicamente conclusiones de estimulación propioceptiva y comparar resultados. Es necesario establecer la efectividad del vendaje funcional de García comparado con el vendaje blando en término de

estimulación propioceptiva de pacientes con esguinces de tobillo grado I y II, por lo cual se plantea la siguiente propuesta de investigación.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la efectividad del vendaje funcional de García comparado con el vendaje blando en la estimulación propioceptiva de esguinces de tobillo grado I y II?

### **4. JUSTIFICACIÓN**

Conociendo que los esguinces por inversión constituyen la patología más frecuente del tobillo que afectan a las personas potencialmente activas durante actividades deportivas y en el desenvolvimiento de la vida diaria<sup>1</sup>, y a la propiocepción como capacidad para detectar el movimiento y posición articular con grandes implicaciones en el control neuromuscular mejorando la eficiencia al realizar movimientos y protección articular al activar componentes dinámicos protectores frente al trauma<sup>19</sup> La propiocepción se deteriora, produciendo incapacidad para detectar la posición del pie en relación con el cuerpo debido a la alteración generada en el esguince que resulta del daño de mecanorreceptores<sup>9-11</sup>

La evidencia disponible en cuanto al efecto de los ejercicios de estimulación propioceptiva nos indica que hay una reducción subjetiva de la inestabilidad comparada con la ausencia de rehabilitación. También encontramos evidencia en cuanto al empleo de vendajes para mejorar la inestabilidad tras esguinces crónicos, pero se observa no se observa de forma

clara que estos realmente produzcan mejoría ya que suelen estar más destinados a prevenir el esguince que a mejorar sus consecuencias<sup>20</sup>.

Hoy conocemos a la prueba de romberg modificada como prueba útil para la determinación de la propiocepción en los adultos sanos cuantificando el tiempo en segundos que soporta el paciente en posición monopodal <sup>17</sup>, sin embargo esta aún no ha sido probada en pacientes con esguinces de tobillo sometidos a tratamientos con vendajes convencionales y convenientemente romper con el paradigma de si la estimulación a los receptores cutáneos que hacen estos vendajes logran realmente producir estimulación propioceptiva. Si se comprueba la hipótesis de que el vendaje produce estimulación propioceptiva a través de mecano receptores cutáneos se podrá documentar otro uso de los vendajes además de prevenir esguinces, que en definitiva podrá beneficiar al médico y al paciente que padezca la lesión. Igualmente esto puede tener implicaciones trascendentales en el estudio de nuevas teorías de estimulaciones cutáneas como manejo terapéutico propioceptivo de lesiones en distintas partes del cuerpo. El presente trabajo es un ensayo clínico aleatorizado que comparará el vendaje blando, tratamiento convencional del esguince de tobillo grado I y II con una nueva opción terapéutica, el vendaje funcional de García creado por el autor y el cual aún no se ha documentado, determinando el comportamiento de diversas variables y la relación entre ellas, y según los resultados tener la posibilidad de contar con otra alternativa en el manejo de esta frecuente patología.

## **5. OBJETIVOS**

### *6.1 Objetivo General:*

Determinar la efectividad del vendaje funcional de García frente al vendaje blando en la estimulación propioceptiva de los esguinces de tobillo grado I y II.

### *6.2 Objetivos Específicos*

- Identificar diferencias y similitudes entre las variables sociodemográficas y clínicas de los pacientes que será sometidos al vendaje García comparados con aquellos intervenidos con vendaje blando.
- Cuantificar la estimulación propioceptiva mediante la prueba de Romberg modificado a los pacientes intervenidos con vendaje blando y vendaje funcional de García
- Medir la estabilidad subjetiva mediante la escala de dolor análogo en los pacientes intervenidos con vendaje blando y vendaje funcional de García.
- Evaluar cuál sistema es más efectivo en la recuperación del esguince mediante la repetición de las pruebas establecidas a los 15 días de la intervención.

## **6. PROPÓSITOS**

Tener la posibilidad de contar con otra alternativa terapéutica en el manejo de los esguinces de tobillo grado I y II, como lo es el vendaje funcional de García creado por el autor y el

cual aún no se ha documentado y determinando su efectividad en la estimulación propioceptiva

## 7. ASPECTOS METODOLÓGICO

**7.1. Tipo de estudio:** Estudio con enfoque cuantitativo, experimental analítico de tipo ensayo clínico controlado aleatorizado de grupos paralelos simple ciego.

**7.2. Población y muestra:** Al no contar con estudios previos que comparen la estimulación propioceptiva de los distintos vendajes para el esguince de tobillo, se realizara un muestreo por conveniencia seleccionando a los pacientes que acudan a urgencias de la clínica el Bosque y que cumplan con los criterios de inclusión. Se realizó la siguiente fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra para estimar el porcentaje de efectividad de estimulación propioceptiva con la intervención:

$$n \geq (z/b)^2 p(1 - p)$$

$p$ : 0,5 prevalencia

$$n \geq (1,96/0,1)^2 0,5 \times 0,5$$

$z$ : 1,96 (95%) nivel de certeza

$$n \geq 96,04: 100$$

$b$ : 10% precisión

$$n \geq 96,04: 100$$

*Criterios de Inclusión:* pacientes con rango de edad de 18 a 40 años con fisis del peroné distal cerrada con diagnóstico de esguince lateral de tobillo grado I y II que acudan a urgencias de la Clínica El Bosque que firmen el consentimiento informado.

*Criterios de Exclusión:* pacientes con enfermedad de la piel, alteraciones neurosensoriales, alergias al material utilizado para la intervención (esparadrapo).

### **7.3. VARIABLES:**

VARIABLES INDIVIDUALES: antecedentes de esguinces, lateralidad, grado del esguince.

*Variables de exposición:* Vendaje funcional de García, vendaje blando.

*Variable dependiente:* Resultado en segundos de la prueba de Romberg Modificado y nivel del dolor medio con la escala visual análoga de dolor, siendo ambas variables ordinales valoradas del 0 al 26 la primera y del 0 a 10 la segunda, aplicadas antes y después de la intervención con el vendaje correspondiente

*Variables independientes:* Tipo de vendaje, edad, sexo, grado del esguince, esguinces previos.

## Matriz Operacional de Variables:

NOMBRE	DEFINICION CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la intervención	Día del último cumpleaños	Cuantitativa continua
Sexo	Conjunto de peculiaridades que caracterizan los individuos dividiéndolos en masculinos y femeninos	Catógórica: masculino femenino	nominal
Lateralidad	Preferencia que muestran la mayoría de los seres humanos por un lado de su propio cuerpo	Catógórica: derecho izquierdo	nominal
Grado del esguince	Grado de la lesión del ligamento en el tobillo bien sea distensión en el grado I o ruptura en el grado II	Catógórica: grado I grado II	ordinal
Romberg modificado en pie sano	Prueba de equilibrio con los ojos cerrados sobre el pie sano, codos extendidos con palmas en supinación y hombros en flexión de 90 grados cuantificada en segundos	De 0 a 26 segundos	Cuantitativa continua
Romberg modificado en pie lesionado antes del vendaje	Prueba de equilibrio con los ojos cerrados sobre el pie lesionado, codos extendidos con palmas en supinación y hombros en flexión de 90 grados cuantificada en segundos antes del vendaje	De 0 a 26 segundos	Cuantitativa continua
Romberg modificado después del vendaje	Prueba de equilibrio con los ojos cerrados sobre el pie lesionado, codos extendidos con palmas en supinación y hombros en flexión de 90 grados cuantificada en segundos después del vendaje	De 0 a 26 segundos	Cuantitativa continua
Escala análoga visual de dolor antes del vendaje	Escala válida para medir el dolor que consiste en una línea de 10 centímetros con un extremo marcado con "no dolor" y otro con "el peor dolor imaginable" empleada antes del vendaje	De 0 a 10	ordinal
Escala análoga visual de dolor después del vendaje	Escala válida para medir el dolor que consiste en una línea de 10 centímetros con un extremo marcado con "no dolor" y otro con "el peor dolor imaginable" empleada después del vendaje	De 0 a 10	ordinal

#### **7.4. HIPÓTESIS**

*Hipótesis nula:* El tiempo de la prueba de Romberg modificado en pacientes intervenidos con vendaje funcional de García es igual al tiempo de la prueba de Romberg modificado en pacientes con vendaje blando.

*Hipótesis alternativa:* El tiempo de la prueba de Romberg modificado en pacientes intervenidos con vendaje funcional de García es mayor al tiempo de la prueba de Romberg modificado en pacientes con vendaje blando.

*Hipótesis nula:* Los niveles de dolor según la escala visual análoga en pacientes intervenidos con vendaje funcional de García son iguales a los niveles de dolor en pacientes con vendaje blando.

*Hipótesis alternativa:* Los niveles de dolor según la escala visual análoga en pacientes intervenidos con vendaje funcional de García son menores a los niveles de dolor en pacientes con vendaje blando.

#### **7.5. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:**

Los residentes de ortopedia recogerán los datos de caracterización a los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión durante la anamnesis en salas de urgencias. La información será escrita en un cuadro de recolección de datos para luego ser tabulada y analizada mediante el Software Excel Office Windows XP, Microsoft Corporation.

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se describe paso a paso y de manera secuencial el procedimiento de nuestra propuesta.

**Aleatorización:** Asignación aleatoria simple mediante programa estadístico, de esta manera se sabrá el tipo de intervención (vendaje funcional de García o vendaje blando) que le corresponde a cada paciente previo a su ingreso en urgencias de ortopedia.

**Fase 1:** Lugar: Urgencias de Ortopedia de la Clínica El Bosque

### **Selección de los pacientes:**

Selección de pacientes entre 18 y 40 años con fisis distal del perone cerrada que acudan a Urgencias de la Clínica El Bosque y sean diagnosticados con esguinces de tobillo grado I y II por medio del examen semiológico determinando grado de la hinchazón del tobillo, precisión para ubicar la zona de dolor y presencia o no de hematoma, completando el diagnóstico con la documentación radiológica en proyecciones anteroposterior, oblicua y lateral del tobillo.

### **Firma del consentimiento informado:**

Explicación detallada al paciente del consentimiento informado y firma de este.

### **Registro de datos iniciales:**

Serán registradas los datos iniciales de identificación del paciente en un formato que contiene, edad, sexo, grado del esguince, antecedentes, tipo de intervención, alergias,

### **Primera etapa de pruebas y mediciones: antes de la intervención.**

\*Identificación y registro del nivel de dolor con la escala análoga de dolor EVA. El paciente marcara con lapicero el nivel de dolor que siente en un formato suministrado con la escala análoga de dolor EVA.

\*Ejecución y registro de resultados de la prueba de Romberg modificado con el pie sano y el pie lesionado.

*La Prueba de Romberg modificado, se realiza con el paciente en posición bípeda, brazos estirados al frente con los hombros en ángulo de 90 grados y las palmas de las manos hacia arriba, se le indica al sujeto cerrar los ojos y realizar apoyo monopodal verificando que el sujeto no realice contacto entre los dos miembros inferiores. En este punto se mide en segundos la duración del monopodal hasta que el sujeto haga contacto con la extremidad contralateral al suelo.*

### **Intervención:**

A continuación se procederá a la colocación del vendaje que corresponda según la asignación aleatoria programada previamente.

*El vendaje blando: con el tobillo y pie en posición anatómica o la posición que permita tolerar menos dolor debido a la inflamación, se colocan en sentido retrogrado (de distal a proximal) dos capas de venda de algodón (para almohadillado) con cierta presión, de forma tubular paralela cubriendo en cada vuelta la mitad de la venda precedente desde el pie a nivel de la prominencia de las cabezas de los metatarsianos hasta la pierna a nivel de la base de los macizos de los platillos tibiales, tuberosidad anterior de la tibia y por detrás*

*hasta unos 5-7 cm bajo el pliegue de flexión de la rodilla, y luego de completada esta capa de almohadillado se procede a colocar la venda elástica de tela aplicando presión de distal a proximal, con una mayor presión distal para no dificultar el retorno venoso y evitar edemas distales. Se venda circularmente con vueltas paralelas cubriendo en cada vuelta la mitad de la vuelta precedente hasta cubrir toda la capa de algodón para finalmente fijar el extremo proximal con cintas de esparadrapo.*

***Vendaje funcional de García:*** *Previa aplicación de tintura de benjuí en la piel de la pierna y el pie, con el antepie a 15 grados de pronación y el tobillo cercano a los 0 grados de dorsiflexión, garantizando con esta posición de protección el acortamiento de las estructuras laterales lesionadas, procedemos a colocar las cintas de esparadrapo de 2cm de ancho. La primera se coloca en forma coronal de plantar a dorsal abrazando la cabeza del IV y V metatarsiano y borde externo del antepie. La segunda tira de esparadrapo se coloca de forma transversal en la cara medial de 1/3 proximal de la pierna cubriendo su hemi circunferencia medial a partir del borde distal de la tuberosidad tibial hacia posterior cubriendo la cabeza medial del gastrocnemio. La tercera tira de esparadrapo va desde la superficie plantar de la primera cinta hasta la segunda cinta en la cara medial de 1/3 proximal de la pierna con moderada tensión hasta lograr una cuerda de arco que se adosa a la cara anterior de 1/3 medio de la pierna.*

*La cuarta tira cubre el retinaculo superior de los músculos extensores, es decir, transversal desde la región superior del maléolo medial hasta la región inferior del maléolo lateral garantizando el estímulo cutáneo de las estructuras laterales lesionadas. Finalmente se colocaran cintas de fijación para evitar el desprendimiento de las cintas colocadas previamente, cuyo número dependerá de las características morfológicas de cada pierna,*

*evitando siempre la disposición circular que comprometa la circulación, retorno venoso o drenaje linfático.*

**Segunda etapa de pruebas y mediciones: a continuación de la intervención.**

\*Identificación y registro el nivel de dolor con la escala análoga de dolor EVA en el formato de identificación del paciente

\*Ejecución y registro de resultados de la prueba de Romberg modificado con el pie lesionado e intervenido en el formato de identificación del paciente.

**Fase 2:** Lugar: Consulta externa de Ortopedia de la Clínica El Bosque en la tercera semana luego de la intervención.

\*Retiro del vendaje correspondiente por el residente de consulta.

\*Cegamiento: Evaluación en un consultorio contiguo para que otro residente que desconozca el tipo de intervención realizada, ejecute la prueba de romberg modificada y aplique la escala análoga de dolor en miembro afectado y registre los datos.

**Tercera etapa de pruebas y mediciones: Luego del retiro del vendaje.**

\*Identificación y registro el nivel de dolor con la escala análoga de dolor EVA

\*Ejecución y registro de resultados de la prueba de Romberg modificado con el pie lesionado e intervenido.

Análisis estadístico y de resultados con Asesor estadístico asignado por la Universidad El Bosque. Medición de variables, identificación de las diferencias y similitudes entre las matrices de variables de los pacientes, cuantificación de la estimulación propioceptiva con cada vendaje el primer día y a la tercera semana, medición del dolor mediante la escala análoga del dolor el primer día de la intervención antes del vendaje, después del vendaje y a la tercera semana luego de retirado el vendaje y establecer opciones terapéuticas.

*Información del estudio:*

Se le explicará a cada paciente el objetivo y metodología del trabajo y quienes entiendan y estén de acuerdo deberán firmar el consentimiento informado elaborado para este fin.

*Cuadro de recolección de datos:*

Cuadro que contiene espacios a llenar con los datos personales del paciente y las características a estudiar; Nombre, Apellido, cedula de identificación, tipo de vendaje aplicado, edad, sexo, pie dominante lesionado, lado lesionado, grado del esguince, esguince previo, Romberg modificado en pie sano, Romberg modificado en pie lesionado antes y después del vendaje, escala de dolor análoga antes y después del vendaje.

## Formato de recolección de datos.

numero	nombre	edad	sexo	grado del esguince	Tipo de vendaje	Romberg pie sano	Romberg esguince sin vendaje	Romberg esguince con vendaje	Escala dolor sin vendaje	Escala dolor con vendaje
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

### 9. PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS

Se realizará un estudio con enfoque cuantitativo, experimental analítico aleatorizado de dos grupos paralelos simple ciego, obteniendo la media y desviación estándar y cálculo de porcentajes y elaboración de gráficas para las variables cualitativas. Por medio del software estadístico spss se realizará el análisis comparativo con asociación entre las variables seleccionadas usando chi-cuadrado. re las variables cuantitativas, y comparación de los dos grupos de intervención para determinar diferencias y construcción del intervalo de confianza por medio de la prueba t de student. En el análisis descriptivo, se calculará para las variables cuantitativas la media y la desviación típica y para las variables cualitativas las frecuencias. Para comprobar la asociación entre variables se utilizaran en el caso de variables categóricas, tablas de contingencia y la prueba de chi-cuadrado. El análisis estadístico se realizará con un intervalo de confianza del 95%, por lo que la significación

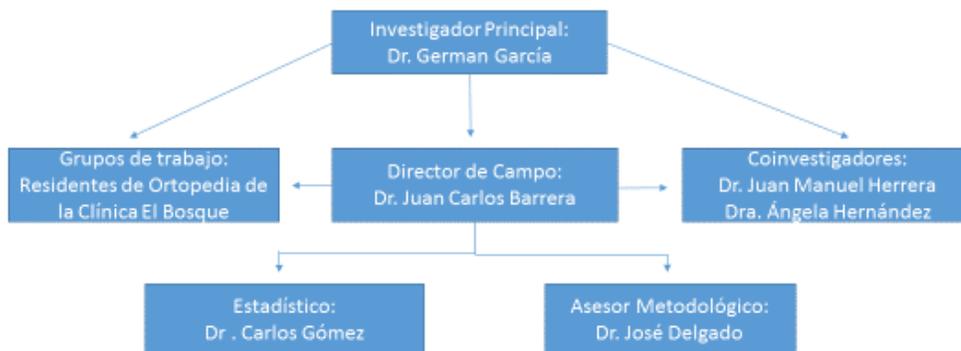
estadística se establecerá en p valor  $<0,05$ . Medición de la estimulación propioceptiva con la aplicación de Prueba de Romberg modificada antes y después de la intervención en la extremidad lesionada con el vendaje blando el primer día y a la segunda semana.

## **10. ASPECTOS ÉTICOS**

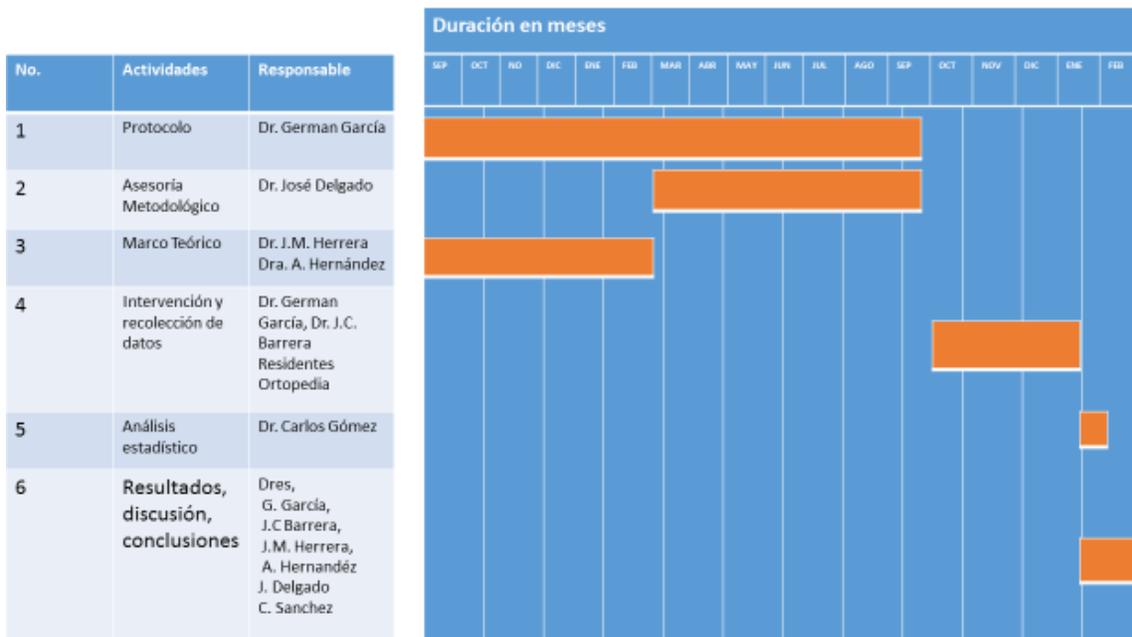
El ensayo clínico se ajusta a principios científicos y éticos, fundamentado en experimentaciones previas de inmovilizaciones de tobillo realizadas en humanos, con ausencia de riesgos, ahora con cambios en las técnicas de colocación de estas. Se contará con un consentimiento informado y toda la intervención y recolección de datos será realizada por profesionales de la salud con conocimiento en el área de ortopedia y en las instalaciones de la Clínica El Bosque, donde se contará con los recursos y materiales necesarios que garanticen el bienestar de los pacientes que participen en la investigación. El ensayo clínico involucra la participación de seres vivos y según el artículo 11 la resolución número 8430 de 1993 (Octubre 4) del Ministerio de Salud, corresponde a una investigación con riesgo mínimo que consiste en aplicación de procedimientos comunes y registro de datos. A los pacientes se les colocaran inmovilizaciones comunes y alternativas en el tobillo con materiales de uso común (algodón, venda y material inelástico de tipo esparadrapo) que pudiese causar reacciones alérgicas cutáneas las cuales se revierten con el retiro del material sin complicaciones posteriores, situación que se le hace entender al paciente al momento de explicar el consentimiento informado. En caso de ameritar el retiro del material tipo esparadrapo se continuará el tratamiento ortopédico con el vendaje blando si lo requiriese el caso y cualquier eventualidad o inconformidad será atendida en el área de

urgencias de ortopedia de la Clínica el Bosque quien asume la responsabilidad de cualquier complicación inherente al ejercicio medico practicado y en donde se presta servicio las 24 horas del día. Igualmente se le explicará al paciente que podrá salir del ensayo clínico en el momento en que este lo desee y sus datos no serían utilizados para los fines científicos establecidos. El ensayo contará con un método aleatorio de selección con el fin de obtener una asignación imparcial de los participantes de cada grupo. Se protegerá la privacidad de cada individuo sujeto a la investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

## 11. ORGANIGRAMA



## 12. CRONOGRAMA



## 13. PRESUPUESTO

Nuestro estudio no necesita presupuesto en vista de que se trabajará con los recursos existentes en el área de urgencias de la Clínica el Bosque que son proporcionados a los pacientes a través de las empresas aseguradoras. Los gastos concernientes a copias, papelería, y empastados del trabajo correrán por cuenta del autor.

## 14. RESULTADOS

Los resultados que esperamos de este proyecto es demostrar que el vendaje funcional de García logra una mayor estimulación propioceptiva en comparación con el vendaje blando y a su vez mejora el nivel de dolor y función a corto plazo del tobillo lesionado.

## 14. REFERENCIAS

1. A. I. Kapandji. Fisiología articular. Tomo dos, 8va edición.
2. Steven Robbins and Edward Waked, Factors associated with ankle injuries., Sports Medicine 1998 Jan; 25 (1); 63-72.
3. Hans Polzer, Karl George Kanz, Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm.. Orthopedic reviews, 2012 Jan 2;4(1):e5.
4. Kerkhoffs GM, van den Bekerom M, Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: an evidence-based clinical guideline.. Br J Sports Med. 2012 Sep;46 (12):854-60.
5. O'Loughlin PF, Hodgkins CW, Kennedy JG. Ankle sprains and instability in dancers. Rev Clin Sports Med. 2008; 27(2):247-62.
6. Karen L. Ankle Sprain. UpToDate. en:<http://www.uptodate.com/contents/ankle-sprain>. Consultado el: 15 de Junio del 2013
7. Pleger B, Schwenkreis P, Dinse HR, Ragert P, Hoffken O, Malin JP, et al. Pharmacological suppression of plastic change in human primary somatosensory cortex, Neurosci let 2001;312: 99-102

8. Schwenkreis P, Dinse HR, Ragert P, Hoffken O, Malin JP, Tegenthoff M. Repetitive training of a synchronized movement induce short-term plastic changes in human primary somatosensory cortex. *Neurosci Lett* 2001; 312: 99-102.
9. Liu SH, Nguyen TM. Ankle sprains and other soft tissue injuries. *Rev. Curr Opin Rheu.* 1999; 11(2):132-7.
10. Wexler RK. The injured ankle. *Am Fam Phys.* 1998; 57(3): 474-80.
11. Kapandji IA. *Fisiología articular: esquemas comentados de mecánica humana (tomo 2)*, 5ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1998.
12. Bell C. On the nervous circle which connects the voluntari muscles with the brain. *Filosofi Trans Royal Soc* 1826; 116:111-8
13. Bastian HC. The “muscular sence”: its nature and cortical localisation. *Brain*1887;10:1-88.
14. Sherrington CS. *The integrative action of the nervous system.* Cambridge: Cambridge University Press; 1906
15. Swanik KA, Lephart SM, Swanik CB, Lephart SM, Rubash HE. Propiopception, Kinesthesia, and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retaining and posterior stabilized prostheses. *J Bone Jt Surg* 2004;86:328-34.

16. Swanik KA, Lephart SM, Swanik CB, Lephart SP DA, Fu FH. The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics, *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:579-86.
17. Safran MR, Borsa PA, Lephart SM, Fu FH. The role of proprioception in baseball pitchers. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10: 438-44
18. Lephart SM, Fu FH. The role of proprioception in the treatment of sports injuries. *Sports Exerc Inj* 1995;1:96-102
19. McCloskey DI. Differences between the senses of movement and position shown by the effects of loading and vibration of muscles in man. *Brain Res* 1973;61:119-31.
20. Proske U, Gandevia SC. The Kinaesthetic sense. *J Physiol London* 2009;587:4139-46.
21. McCloskey DI. Kinesthetic sensibility. *Physiol Rev* 1978;58:763-820.
22. Gregory JE, Morgan DL, Proske U. After effects in the responses of cat muscle spindles and errors of limb position sense in man. *J Neurophysiol* 1988;59:1220-30.
23. Stillman BC. Making sense of proprioception: the meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy* 2002; 88:667-76.
24. Clark FJ. Horch KW. Kinesthesia. In: Boff KR, Kaufman L Thomas PJ, editors. *Handbook of perception and human*. New York, NY: Wiley; 1986.p.11-62.
25. Schacter DL Gilbert DT, Wegner DM, *Introducing psychology*. New York, NY: Worth Publishers; 2010.
26. Goldstein EB. *Sensation and perception*. 8th ed. Pacific Grove, CA: Wadsworth; 2009.

27. Bernstein D, Nash P. Essentials of psychology. 4th ed. Boston, MA: Houghton Mifflin; 2008.
28. Han J Anson J, Waddington G. Adams R. Proprioceptive performance of bilateral upper and lower limb joints: side-general and site-specific effects. *Exp Brain Res* 2013;226:313-23
29. Waddington G, Adams R. Ability to discriminate movements at the ankle and knee is joint specific. *Percep Mot Skill* 1999;89:1037-41
30. Han J, Waddington G, Adams R. Anson J. A proprioceptive ability underlying all proprioception test? Response to tremblay. *Percept Mot Skills* 2014; 119: 301-4.
31. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by excersises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9:128-36.
32. Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R, Intrinsic functional déficits associated whith increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2012;46:512-23
33. Lepard SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The Role of Proprioception in the Management and Rehabilitation of Athletic Injuries. *Am J Sport Med.* 1997 Jan-Feb;25(1):1:30-7
34. Cullen KE Physiology of central pathway, *Hanbd Clin Neurol.* 2016;137
35. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G,Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance muscle strength and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sports Med.* 2004 Mar;14(2):88-94

36. Hillier S, Immink M, Thewlis D. Assessing Proprioception: Systematic review of possibilities. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015 Nov- Dec;29(10):933-49.
37. A. Mark Williams, Cornelia Weigelt, Mark Harris & Mark A. Scott (2002) Age-Related Differences in Vision and Proprioception in a lower Limb Interceptive Task: The effects of Skill level and practice, *research quarterly for exercise and Sports*, 73:4, 386-395.
38. Validación de la prueba de Romberg Modificada para la determinación de la propiocepción normal en adultos sanos. Hernández N, Bravo F, Vieira J, Alvarez G, Reina E, Herrera J.
39. V. Martínez, Soria. Vendaje funcional versus técnica de vendaje neuromuscular en el tratamiento del esguince del ligamento lateral externo. Una comparativa basada en la evidencia de la literatura. 18.02.2014
40. Medina Porqueres I, Luque Suárez A. Vendajes funcionales en traumatología deportiva (ebook). 2009 Málaga: Canales 7.
41. Luque, A. Efectividad a corto plazo del vendaje neuromuscular y vendaje funcional en la corrección del retropié pronado y supinado. Tesis Doctoral. 2011.