



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EJERCICIOS EXCÉNTRICOS Y
CONCÉNTRICOS EN ESGUINCE DE TOBILLO GRADO I POR INVERSIÓN
FORZADA EN FASE DE REMODELACIÓN.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Licenciado en Fisioterapia.

Profesora Asesor

Lcda. Tatiana Verónica Justicia Chamorro.

Autor

Carlos Eduardo Marcillo Mosquera.

Año

2016

Quito- Ecuador

DECLARACIÓN PROFESORA GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante Carlos Marcillo, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Lcda. Tatiana Verónica Justicia Chamorro.

CI: 1002611620

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Carlos Eduardo Marcillo Mosquera

CI: 1724235484

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por la fortaleza y salud necesaria para poder estar aquí.

A mi padre, madre y hermana por brindarme en todo momento su apoyo y amor incondicional.

A mi esposa y mi hijo que me dan la fuerza para culminar.

Agradezco al personal de Novofisio quienes me permitieron desarrollar mi proyecto dentro de sus instalaciones.

Y finalmente agradezco a mi tutora Lcda. Verónica Justicia, quien me ha guiado durante la realización de mi trabajo de titulación.

Carlos Marcillo M.

DEDICATORIA

Dedico a mi padre, madre y hermana, porque siempre han estado conmigo en todo momento, a mi mujer por la ayuda, apoyo, amor incondicional y especialmente a mi hijo siendo el motivo más grande para culminar mis estudios.

Carlos Marcillo

RESUMEN

Antecedentes: El esguince de tobillo provoca inestabilidad articular, siendo un factor que puede conllevar a una lesión recidivante, si no se ha realizado adecuado periodo de estabilización mediante ejercicios de activación muscular.

Objetivo: Comparar la eficacia de la aplicación de los ejercicios excéntricos vs concéntricos en esguinces de tobillo grado I en fase de remodelación-maduración.

Materiales y Métodos: En este estudio se reclutó a 14 sujetos (mujeres y hombres) en edades comprendidas entre 15 y 40 años, con diagnóstico de esguince de tobillo grado I en fase de remodelación-maduración que acudieron al Centro de Fisioterapia “Novofisio”. Fueron repartidos en dos grupos de 7 sujetos. Un grupo realizó ejercicios concéntricos y el otro realizó ejercicios excéntricos, como método de fortalecimiento y estabilización de tobillo tras esguince grado I. Los dos grupos se denominan experimentales. En grupos musculares (Tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del primer dedo, peroneo anterior, peroneo lateral corto, peroneo lateral largo, tibial posterior, flexor largo del primer dedo, flexor largo de los dedos, sóleo, gastrocnemio) se evaluó la fuerza muscular con dinamometría COBS medición (Newton), estabilidad dinámica en elasticidad plantar (punta de pies) con la plataforma COBS medición con valores de referencia (índice de fuerza 0.00), La estabilidad dinámica fue valorada mediante el star excursion balance test (SEBT) la medida en (centímetros). El proyecto se desarrolló en 12 sesiones distribuidas en dos evaluaciones (la primera sesión, y en la doceava sesión) y diez sesiones de tratamiento.

Resultados: El análisis estadístico demostró que no hay una diferencia significativa entre los grupos experimentales, para la dinamometría en plantiflexión ($P=0,85$); dorsiflexión ($P=0,74$); eversión ($P=0,36$); inversión ($P=0,51$), mientras que para el *star excursion balance test* tampoco evidencio una diferencia significativa ($P=0,07$), pero se realizó punto de cambio, lo cual

determino una diferencia ($P=0,04$). En cuanto el índice de fuerza de la plataforma COBS no hubo diferencia entre grupos ($P=0,13$).

Conclusión: El tratamiento para los dos tipos de contracciones, es favorable para el aumento de fuerza y estabilidad de tobillo, por lo que los dos tipos de contracciones son recomendadas para tratamiento fisioterapéutico, pero cuando se realizó el puntaje de cambio se evidenció una diferencia significativa de ($P=0,04$) favorable para la contracción excéntrica mejorando la estabilidad de tobillo.

Palabras Claves: Esguince de tobillo, fase de maduración, contracción concéntrica, contracción excéntrica,

ABSTRACT

Background: The sprained ankle joint causes instability, being a factor that can lead to recurrent injury, if not carried out adequate period of stabilization with muscle activation exercises.

Objective: To compare the effectiveness of the implementation of the eccentric vs. concentric exercises in Grade I ankle sprains undergoing refurbishment-ripening.

Materials and Methods: This study enrolled 14 subjects (women and men) aged between 15 and 40 years, diagnosed with ankle sprain grade I undergoing refurbishment-ripening attending the Physiotherapy "Novofisio" Centre. Subjects were divided into two groups of 7. One group performed concentric exercises and the other group performed eccentric exercises as a method of strengthening and stabilizing sprained ankle grade I. The two groups are called experimental. Muscle groups (Tibialis anterior, extensor digitorum longus, extensor hallucis longus, peroneus tertius, peroneus brevis, peroneus longus, tibialis posterior, flexor hallucis longus, flexor digitorum longus, gastrocnemius, soleus), muscle strength was measured with (Newton) COBS dynamometer measurement dynamic stability in elasticity plantar (tiptoes) with COBS platform measurement with reference values (strength index 0.00), Dynamic stability was evaluated using the star excursion balance test (SEBT) measurement in centimeters. The project was developed in 12 sessions spread over two evaluations (the first session, and the twelfth session) and ten treatment sessions.

Results: Statistical analysis showed no significant difference between experimental groups, for dynamometric plantarflexion ($P=0.85$); dorsiflexion ($P=0.74$); eversion ($P=0.36$); inversion ($P=0.51$), for the star excursion balance test also did not show a significant difference ($P=0.07$), but point change was made, which determine a difference ($P=0.04$). Regarding strength index of the COBS platform there was no difference between groups ($P=0.13$).

Conclusion: Treatment for both types of contractions is beneficial for increasing strength and stability of the ankle, so the two types of contractions are recommended for physical therapy however, when the score change was

($P=0.04$) favorable outcome was evident for eccentric contraction in improving the stability of the ankle.

Keywords: Ankle sprains, undergoing refurbishment-ripening, contraction eccentric, contraction concentric.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I MARCO TEÓRICO	2
1.1 Anatomía y biomecánica.....	2
1.1.1 Tobillo	2
1.1.2 Músculos de tobillo	2
1.1.3 Ligamentos de tobillo	7
1.1.4 Biomecánica de tobillo	10
1.2 Esguince de tobillo	14
1.2.1 Definición	14
1.2.2 Clasificación	15
1.3 Tipos de contracción.....	15
1.3.1 Concéntrica	15
1.3.2 Excéntrica	15
1.4 Fases de cicatrización del tejido	15
1.4.1 Fase coagulación	16
1.4.2 Fase inflamatoria.....	16
1.4.3 Fase proliferativa.....	16
1.4.4 Fase de remodelación y maduración	16
II EL PROBLEMA	17
2.1 Justificación	17
2.2 Objetivos.....	19
2.2.1 Objetivo general.....	19
2.2.2 Objetivos específicos	19
2.3 Hipótesis	19

III	METODOLOGÍA	20
3.1	Tipo de investigación	20
3.2	Sujetos	20
3.3	Materiales	21
3.4	Procedimiento Experimental	23
3.5	Análisis de datos	28
IV	RESULTADOS	29
4.1	Resultados	29
4.2	Discusión	36
V.	CONCLUSIÓN	39
5.1	Conclusiones	39
5.2	Recomendaciones	39
	REFERENCIAS	40
	ANEXOS	44

INTRODUCCIÓN

Las lesiones músculo esqueléticas a nivel del tobillo, son muy comunes en deportes de contacto, afectando principalmente estructuras ligamentosas, conocidas como esguince de tobillo (Casado & Aguado, 2011).

Entre las técnicas de fortalecimiento aplicadas en fisioterapia para estabilización del esguince de tobillo tenemos, la contracción concéntrica (CC) que consisten en vencer una resistencia en toda la amplitud del movimiento mientras que la contracción excéntrica la resistencia vence a la fuerza muscular por lo que se le considera de mayor intensidad (Bazgir, Salesi, Koushki, & Amirghofran, 2015). Las contracciones concéntricas son más utilizadas por fisioterapeutas por su menor grado de intensidad a pesar de que las excéntricas son parte de las actividades de la vida diaria, por lo que debería aplicarse con mayor énfasis en protocolos de tratamiento fisioterapéutico (Gain, Hervé, Hignet, & Deslandes, 2003).

La finalidad es la estabilización de la articulación del tobillo mediante el fortalecimiento muscular. Hay muy pocos estudios comparativos que demuestren que la contracción excéntrica es más eficaz que la concéntrica o viceversa en la rehabilitación de esguince de tobillo.

En este trabajo de titulación se investigó cual contracción es más eficaz en la recuperación de esguince de tobillo grado I con mecanismo de inversión en fase de remodelación. Aparte este trabajo se ha estructurado en varios capítulos. El primer capítulo corresponde al marco teórico donde se abordará definiciones con mayor relevancia sobre el esguince de tobillo, anatomía y biomecánica de tobillo, fase de regeneración del tejido, definición de tipos de contracción concéntrica y excéntrica. El segundo capítulo corresponde al problema donde se justifica el estudio en que se plantea el objetivo general, específico y la hipótesis. Tercer Capítulo se menciona el tipo de investigación, sujeto, material y procedimiento experimental. El cuarto capítulo señala la interpretación de resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones. Y finalmente se adjunta los anexos, documentos empleados para recolección de datos, y consentimiento informado.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 Anatomía y Biomecánica.

1.1.1 Tobillo.

El tobillo está formado por tibia, peroné, astrágalo y calcáneo; la tibia y peroné forman la articulación tibioastragalina, mientras que el astrágalo y calcáneo conforman la articulación subastragalina (Zaragoza & Fernández, 2013).

La tibia es un hueso largo, que en su epífisis distal se encuentra el maléolo medial el mismo que va articularse con el astrágalo, de la misma manera la escotadura peroneal se articulará con el peroné.

El peroné hueso sigue la trayectoria de la tibia, en su epífisis proximal se articula con la tibia (art. tibioperónea proximal) y en su epífisis distal se encuentra el maléolo externo, el cual se articula con la tibia dando lugar a la articulación tibioperónea distal.

El Astrágalo es un hueso con poca vascularización que carece de inserción muscular, tiene 6 caras articulares; este al momento de realizar la descarga de peso recibirá toda la carga del cuerpo.

El calcáneo es un hueso largo y el más fuerte de todos los huesos del pie (García, 2016).

1.1.2 Músculos de tobillo.

Músculos Ventrales o Anteriores

- **Tibial anterior:**

Origen:

- Tibia (cóndilo lateral y dos tercios proximales de la superficie proximal).
- Membrana interósea.
- Tabique intermuscular.
- Superficie profunda de la fascia crural.

Inserción:

- Hueso cuneiforme (superficie medial y plantar).
- Primer metatarsiano (base).

Función:

- Flexión dorsal de tobillo.
- Supinación de la articulación subastragalina.

Inervación:

- Nervio tibial L4-L5.

• **Extensor largo de los dedos:**

Origen:

- Cóndilo lateral de la tibia y cabeza del peroné.
- Membrana interósea (superficie anterior).
- Tabique intermuscular.
- Superficie profunda de la fascia crural.

Inserción:

- Las falanges medias y distales del segundo y quinto dedo.

Función:

- Flexión dorsal (accesorio).
- Extensión de dedos.
- Eversión del pie (accesorio).

Inervación:

- Nervio peroneo profundo L5-S1 (Moore, Dalley, & Agur, 2013, pp. 191-197).

• **Extensor largo del primer dedo:**

Origen:

- Cara anterior del peroné.

Inserción:

- La falange distal del primer dedo.

Función:

- Flexión dorsal y extensión del primer dedo.

Inervación:

- Nervio peroneo profundo L5-S1.

Músculos Laterales son:

- **Peroneo anterior:**

Origen:

- Tercio distal del peroné.
- Membrana interósea (anterior).
- Tabique intermuscular.

Inserción:

- La base del quinto metatarsiano.

Función:

- Flexión dorsal y eversión de pie (accesorio).

Inervación:

- Nervio peroneo profundo L5-S1.

- **Peroneo Lateral Corto:**

Origen:

- Peroné (diáfisis; dos tercios distales de la superficie lateral).
- Tabiques intermusculares.

Inserción:

- En la tuberosidad de la base del quinto metatarsiano.

Función:

- Flexión plantar (accesorio) y eversión de pie.

Inervación:

- Nervio peroneo superficial L5-S2 (Moore, Dalley, & Agur, 2013, pp. 191-197).

- **Peroneo Lateral Largo:**

Origen:

- Peroné (cabeza y dos tercios de diáfisis lateral).
- Tibia (cóndilo lateral).
- Fascia crural profunda y tabiques intermusculares.

Inserción:

- La base del primer metatarsiano (lado plantar lateral de la base).
- Primer cuneiforme (medial).
- Segundo metatarsiano.

Función:

- Flexor plantar (accesorio).
- Eversión de pie.
- Depresión del primer metatarsiano.
- Proporciona soporte a los arcos longitudinal y transverso.

Inervación:

- Nervio peroneo superficial L5-S1 (Moore, Dalley, & Agur, 2013, pp. 191-197).

Músculos Dorsales:

- **Tibial Posterior:**

Origen:

- Tibia (dos tercios proximales de la región posteromedial de la diáfisis).
- Peroné (dos tercios proximales de la región posteromedial y cabeza).
- Membrana interósea (toda superficie posterior, menos la parte inferior).

Inserción:

- Hueso escafoides (tuberosidad).
- Huesos cuneiformes (medial, intermedio y lateral).
- Cuboides (Fascículos).
- Segundo, tercero y cuarto metatarsiano (bases).

Función:

- Flexión plantar (accesorio).
- Inversión de pie.

Inervación:

- Nervio tibial L4-L5.

- **Flexor Largo del Primer Dedo:**

Origen:

- Dos tercios inferiores de superficie posterior del peroné.

Inserción:

- En la falange distal del primer dedo.
- Fascículo al tendón del flexor común de los dedos.

Función:

- Flexión del primer dedo.
- Flexión plantar e inversión del pie (accesorio).

Inervación:

- Nervio tibial L5-S2.

- **Flexor Largo de los Dedos:**

Origen:

- Cara posterior de la tibia.

Inserción:

- En las falanges distales del segundo al quinto dedo.

Función:

- Flexión de segundo al quinto dedo.
- Flexión plantar del tobillo (accesorio).
- Inversión del pie (accesorio).

Inervación:

- Nervio tibial L5-S2 (Moore, Dalley, & Agur, 2013, pp. 191-197).

- **Sóleo:**

Origen:

- Tibia (borde medial de la diáfisis).
- Peroné (Cabeza, superficie posterior, diáfisis).

Inserción:

- En el calcáneo (junto al gastrocnemio).

Función:

- Flexión plantar.
- Inversión del pie.

Inervación:

- Nervio tibial S1-S2.

- **Gastrocnemio:**

Origen:

- Fascículo medial (fémur cóndilo medial, parte superoposterior, superficie poplítea).
- Fascículo Lateral (fémur cóndilo lateral, superficie posterior, por encima del cóndilo lateral y línea supracondílea inferior).
- Cápsula de articulación de rodilla y aponeurosis.

Inserción:

- En el calcáneo.

Función:

- Flexión plantar.
- Inversión del pie.

Inervación:

- Nervio tibial S1-S2 (Moore, Dalley, & Agur, 2013, pp. 191-197).

1.1.3 Ligamentos.

Los ligamentos son fibras de tejido conjuntivo adaptados por cumplir una función determinada, compuestas de colágeno tipo I un 85%, mientras que el 15% restante lo conforman otro tipo de colágeno (Zaragoza & Fernández, 2013).

Ligamentos peróneos:

- **Lig. Peroneoastragalino anterior:**

Considerado el más débil, se origina en la parte anterior del maléolo lateral y se inserta en el cuello del astrágalo.

- **Lig. Peroneoastragalino posterior:**

Se caracteriza por ser el más fuertes de los ligamentos laterales, se origina en el extremo lateral distal y se inserta en el tubérculo lateral del astrágalo (Zaragoza & Fernández, 2013).

- **Lig. Peroneocalcáneo:**

Es un ligamento por ser extraarticular, se origina en el ápex del maléolo lateral y se insertara en el tubérculo del calcáneo.

Los ligamentos tibiales:

- **Lig. Tibioastragalino:**

Considerado el más fuerte de los ligamentos mediales, se origina en la punta del tubérculo anterior del maléolo tibia para insertarse en la parte medial del astrágalo.

- **Lig. Tibioescafoideo:**

Se origina en el borde anterior de maléolo tibial y se inserta en la superficie medial del escafoides (Zaragoza & Fernández, 2013).

- **Lig. Tibiocalcáneo:**

Se origina en el tubérculo anterior del maléolo tibial y se inserta en el sustentaculumtali.

- **Lig. Tibiospring:**

Se origina en la parte anterior del tubérculo del maléolo tibial y se inserta en el fascículo superomedial del ligamento planto calcaneoescafoideo.

Ligamentos del tarso:

- **Lig. Astragalocalcaneo:**

Da estabilidad a la articulación subastragalina, es el más pequeño y se encuentra entre los surcos del hueso astrágalo y el calcáneo.

- **Lig. Cervical:**

Se encarga de limitar la inversión de pie, se origina en el cuello del astrágalo y se inserta en la superficie ventral y medial del calcáneo.

- **Lig. Tibioperoneo anterior:**

Se origina en el borde anterior de la tibia y se inserta en el cuello del astrágalo (Zaragoza & Fernández, 2013).

- **Lig. Tibioperoneo posterior:**

Se origina en cara posterior de la tibia y peroné para insertarse en la región posterointerna del astrágalo (Zaragoza & Fernández, 2013).

1.1.4 Biomecánica.

La articulación del pie presenta 3 ejes:

- Eje transversal con plano frontal que ejecuta los movimientos de flexo-extensión (Art. Talocrural).
- Eje longitudinal de la pierna con plano transversal, ejecuta los movimientos de aducción y abducción.
- Eje longitudinal del pie con plano sagital, ejecuta los movimientos de pronación y supinación (Art. subastragalina) (Kapandji, 2010, pp. 156-177).

Movimientos

Flexión; es el movimiento que acerca la región dorsal del pie a la cara anterior de la pierna.

Extensión; movimiento que aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna.

Cuando existen movimientos que van más allá de su límite anatómico intervienen la articulación talocrural y todas las articulaciones del tarso.

En máxima flexión dorsal todas las articulaciones del tarso aumentan algunos grados, haciendo que la bóveda al mismo tiempo se aplane.

En la máxima extensión plantar la amplitud extra se da por el hundimiento de la bóveda (Kapandji, 2010, pp. 156-177).

Superficies de la articulación talocrural

Conformándola el astrágalo (convexo), tibia y peroné (cóncava); las mismas que harán contacto con la tróclea astragalina.

La tróclea astragalina; presenta una superficie superior y dos carillas laterales, estas caras laterales están sujetas por los dos maléolos; la unión de la cara articular inferior más los maléolos forman la mortaja tibioperónea.

- Superficie Superior: convexa.
- Carilla Interna: es sagital y plana.

- Carilla Externa: cóncava, hace contacto con el maléolo peroneo. Articulación tipo sindesmosis se fijan con el ligamento tibioperoneo anterior y posterior.

El maléolo lateral; es más voluminosos que el maléolo medial y se dirige más a posterior.

Ligamentos laterales de la articulación talocrural.

Laterales:

- Lig. Tibioperoneo anterior.
- Lig. Tibioperoneo posterior.
- Lig. Calcaneoperoneo lateral.

Mediales:

- Lig. Tibioperoneo posterior profundo.
- Lig. Tibioperoneo anterior profundo.
- Capa superficial del ligamento deltoideo (Kapandji, 2010, pp. 156-177).

Estabilidad anteroposterior del tobillo y factores que limitan la flexoextensión

La los rangos de movimiento del tobillo son dorsiflexión 20 ° y plantiflexión 40°. Existen ciertos factores que van a limitar la flexión normal de esta articulación, estos son:

- Factores óseos.
- Factor capsuloligamentoso.
- Factor muscular.

De la misma manera la extensión se verá limitada por los mismos factores.

La estabilidad anteroposterior de la articulación talocrural, se da básicamente por la acción de la gravedad que ejerce el astrágalo sobre la superficie de la tibia, mientras que los ligamentos se encargaran de coaptar de manera pasiva.

Cuando existe una flexo-extensión que va más allá de sus límites anatómicos, uno de los elementos que conforman la articulación cede, ocurriendo en el caso de una hiperextensión una luxación posterior; mientras que una hiperflexión ocasionará una luxación anterior.

En el caso de esguince de ligamento lateral externo, la parte anterior será la que se encuentre “distendido”, y se romperá en esguinces graves (Kapandji, 2010, pp. 156-177).

Estabilidad transversa de la articulación talocrural

La articulación talocrural está dotada de un solo grado de libertad ya que su estructura impide los movimientos en sus dos ejes. Esto se debe al estrechamiento que la espiga astragalina se encuentra bien sujeta a la mortaja tibioperonea. El astrágalo está sujeto lateralmente por los maléolos, siempre que la separación entre los maléolos permanezca inalterable. Además ciertas estructuras impiden el balanceo del astrágalo en su eje longitudinal entre estas tenemos: ligamentos peroneotibiales, ligamentos mediales y laterales.

Cuando hay un movimiento forzado de abducción o eversión dirigiendo el pie hacia afuera, la carilla del astrágalo ejerce presión en el maléolo peroneo. Y puede producir: dislocación de la pinza maleolar, si va más allá el movimiento provocando un esguince de tobillo rompiendo el ligamento medial asociado con diástasis inter tibioperonea o por ultimo si el maléolo lateral sede puede provocar diferentes tipos de fracturas, dependiendo el lugar donde se produzca entre estas tenemos: Dupuytren “baja”, Maisonneuve “alta”.

Sin embargo el movimiento de aducción o inversión de pie no produce fractura sino un esguince de tobillo, por fortuna el esguince de tobillo es benigno ya que el ligamento no está roto sino distendido, pero si el esguince de tobillo es más grave con ruptura de los ligamentos peroneoastragalino y peroneocalcaneo produce una inestabilidad de la articulación talocrural (Kapandji, 2010, pp. 156-177).

Articulaciones peroneotibiales

Los huesos de la tibia y peroné se articulan en sus dos extremos en parte superior e inferior, esta articulación está relacionada con la articulación talocrural.

La articulación peroneotibial superior:

- Carilla tibial se localiza en la parte posteroexterno de la meseta tibial, está orientada hacia abajo, atrás y afuera.
- Carilla peronea se localiza en la cara superior de la cabeza del peroné, la orientación se opone a la carilla tibial, rebasada por la apófisis estiloides del peroné, donde se inserta el músculo bíceps crural y el ligamento peroneo lateral de rodilla.

La articulación peroneotibial inferior:

- Ausencia de superficies cartilaginosas, se trata de una sindesmosis.
- La tibia presenta una superficie cóncava delimitada por el maléolo lateral.

Ligamento anterior de la articulación peroneotibial inferior:

- Grueso.
- Se dirige oblicuamente hacia abajo y afuera.
- Ocupa la parte externa de la mortaja.
- Se relaja en flexión dorsal.

Ligamento posterior:

- Más grueso y ancho.
- Se dirige hasta el maléolo medial.
- Se relaja en la flexión plantar.

Ligamento interóseo:

- Se inserta en la cara externa de la tibia y borde interno del peroné (Kapandji, 2010, pp. 156-177).

Fisiología de las articulaciones peroneotibiales:

- Flexión dorsal: El maléolo lateral asciende ligeramente y rota externamente, a su vez alejándose del maléolo medial, mientras que los ligamentos peroneotibiales y membrana interósea tienden a horizontalizarse.
- Flexor Plantar: El maléolo lateral desciende y rota internamente, a su vez se aproxima al maléolo medial, con verticalizando las fibras ligamentosas.

Articulación peroneotibial superior.

- Flexión dorsal: carilla peronea se desliza hacia arriba, debido a la separación de los maléolos la interlinea hacia abajo rotación externamente.
- Flexión Plantar: carilla peronea se desliza hacia abajo, cierre de los maléolos y la interlinea rota internamente (Kapandji, 2010, pp. 156-177).

1.2 Esguince de tobillo.

El esguince de tobillo lateral se da por un movimiento brusco de inversión producido por un agente externo en el que se ven afectadas los ligamentos laterales, la cápsula articular, tendinosas y terminaciones nerviosas alteran a la propiocepción, pero un agente externo no es el único factor por el cual se puede producir un esguince de tobillo, también se produce cuando ocurre un daño postural, los puntos de presión del tobillo se alteran y también el déficit de contracción excéntrica de los músculos de inversión, ya que los peroneos por un mecanismo de defensa se activan con mayor fuerza para proteger la articulación del tobillo (Blanco & Mosqueira, 2014). El esguince de tobillo es una lesión frecuente con incidencia de 1 en 10.000 personas por día en el mundo, y una prevalencia del 16%, el más común con 77% al 88% se produce con un mecanismo de inversión, afectando al ligamento peroneo astragalino anterior producto de la debilidad de sus fibras y la posición del maléolo medial de la tibia es corto, mientras que maléolo lateral del peroné es más largo y evita la eversión porque existe tope óseo. Existe una proporción alta de lesión recidivante con el 80% de todos los casos, que desencadenan en inestabilidad del tobillo en un 38 al 40% de los casos (Guzmán, Gatica, & Méndez, 2014).

Clasificación:

- Esguince Grado I, es un microdesgarro ligamentoso, sin pérdida funcional, con presencia de dolor y edema leve.
- Esguince Grado II, el ligamento se encuentra afectado en un 50%, hay una pérdida funcional, equimosis, dolor moderado, sensibilidad a la palpación y alteración de la marcha.
- Grado III, el ligamento se encuentra totalmente roto, presenta dificultad a la marcha por dolor intenso, equimosis, edema y pérdida funcional de tobillo (Rincón, Camacho, Rincón, & Sauza, 2015).

1.3 Tipos de contracción.**1.3.1 Contracción Concéntrica:**

Es la fuerza suficiente para vencer una resistencia, provocando el acortamiento de las fibras musculares, haciendo que el origen e inserción muscular se acercan (Cronin, Meylan, & Nosaka, 2015).

1.3.2 Contracción Excéntrica:

La resistencia es mayor a la fuerza muscular y produce tensión en el músculo elongando las fibras musculares, haciendo que el origen y la inserción muscular se alejen (Cardelle, 2016).

1.4 Fases de cicatrización del tejido.

Se entiende como un conjunto de procesos conectados y dependiente de la acción celular que provocan la reparación y remodelación, lo que restablece las características normales del tejido. Constituido por cuatro fases que son: (Ceccarelli & Delgado, 2010).

1.4.1 Fase coagulación:

Esta fase se da inmediatamente tras la lesión del tejido, esto puede durar 15 minutos, su propósito es detener el flujo sanguíneo con la formación del coágulo el cual no permite la hemorragia. Cuando el coágulo está formado da paso a la activación celular y esto permite al proceso de regeneración de tejido (Ceccarelli & Delgado, 2010).

1.4.2 Fase de inflamación:

Inicia desde el minuto 16, su objetivo principal es proteger de agentes que traten de atacar al tejido, después de defender de los agentes, las células encargadas de dar formación al nuevo tejido son queratinocitos y fibroblastos (Ceccarelli & Delgado, 2010).

1.4.3 Fase de proliferación:

Inicia desde el tercer día y dura aproximadamente entre 15-20 días, el propósito de esta fase es formar una barrera para evitar el ingreso de agentes nocivos y la regeneración del tejido, esta fase se caracteriza por formar la matriz extracelular que está dada dos procesos; la angiogénesis y migración de fibroblastos (Ceccarelli & Delgado, 2010).

1.4.4 Fase de remodelación:

En esta fase se forma la cicatriz por medio de la organización, formación y resistencia; esto se da por la acción de los paquetes de colágeno y miofibroblastos (Ceccarelli & Delgado, 2010). Se inicia a la tercera semana, la cicatriz ya es resistente y avascular; sin embargo, en algunos casos la fase de maduración puede durar años hasta completarse (Almarza, 2013).

II. EL PROBLEMA

2.1 Justificación

Los esguinces de tobillo son más frecuentes con incidencia del 80% en las personas que practican deportes de contacto como: volleyball, futbol americano, artes marciales, basketball, aeroball, frisbee, cheerleading, indoor futbol, hockey de hielo, badminton y baloncesto (Bicici, Karatas & Baltaci, 2012). Indicando que la mayoría de casos, los esguinces son causados por un movimiento forzado del pie en inversión (Chana, 2010). Esta lesión provoca daños musculares, ligamentosos, articulares y tendinosos. Generalmente produce una disminución del rango de movimiento asociado al dolor, inflamación, hematoma, así como también una disminución de la propiocepción (Blanco & Mosqueira, 2014).

El protocolo usualmente empleado en el tratamiento del esguince de tobillo, inicia con la aplicación de frío e inmovilización mediante vendajes a nivel local durante la etapa aguda. El calor así como los ejercicios de fortalecimiento muscular concéntrico y excéntricos se aplican en etapa estable que va de 10 días a 6 semanas (Ávila, Laclériga, Sánchez, & Bolsa, 2002, pp. 249-250).

En cuanto a los ejercicios, estos se emplean de manera intensiva una vez que inicie la tercera fase que es la de remodelación-maduración del esguince de tobillo, donde debe existir una recuperación casi completa de los ligamentos que se encuentren afectados (Prentice, 2009).

La fase de remodelación se identifica por la realineación de las fibras de colágeno que forman la cicatriz de los tejidos. Además la resistencia de la cicatriz depende de la fuerza de tracción que soporte la misma, así al elevar el estrés y la tensión, el tejido de colágeno va realineándose en la misma dirección de las líneas de tensión mejorando progresivamente la función. A la tercera semana la cicatriz ya es resistente y avascular; sin embargo, en algunos casos la fase de maduración puede durar años hasta completarse (Almarza, 2013).

Existen varios tipos de ejercicios para mejorar la función y estabilidad del tobillo, entre los más utilizados están los concéntricos y los excéntricos.

En un estudio se utilizó electromiografía y dinámometro para comparar tres tipos de contracción y no se encontró diferencias significativas entre las contracciones concéntricas excéntricas e isométricas. No obstante se determinó que existe un mayor reclutamiento de unidades motoras cuando se realiza una contracción concéntrica. Al contrario, la contracción excéntrica genera más fuerza muscular reclutando menos fibras musculares (Laín, 2012). También en un estudio se comparó el ejercicio concéntrico con el excéntrico en deportistas amateurs con tendinopatías rotulianas, utilizando un dinamómetro manual encontró que los ejercicios excéntricos son mejores que los concéntricos mejorando la fuerza del cuádriceps (Rivera, 2015).

En una revisión bibliográfica demuestra que las contracciones concéntricas ayudan a la recuperación de la amiotrofia, en particular, cuando las estructuras musculo-tendinosas son aún muy débiles. los ejercicios excéntricos no son ampliamente utilizados en rehabilitación, ya que es una contracción que demanda mayor intensidad. No obstante, las contracciones excéntricas se realizan en las actividades de la vida diaria (marcha, descenso de gradas) y son fundamentales para estabilidad de las articulaciones (Gain, Hervé, Hignet, & Deslandes, 2003). Con electromiografía se demostró que la tensión de las fibras musculares es considerablemente mayor elongadas que cuando se encuentran acortadas (Camargo, Albuquerque, & Salvini, 2014).

La aplicación de los ejercicios excéntricos muestran resultados favorables en el aumento de la fuerza muscular del cuádriceps, sin embargo pocos estudios han analizado la comparación del efecto de los ejercicio excéntrico y concéntrico en esguince de tobillo, así no se puede afirmar que un tipo de contracción sea más beneficiosa que otra, mejorando la fuerza muscular. Para verificar su validez de los ejercicios excéntricos y concéntricos, se realizará un programa de fortalecimiento muscular empleando estos dos tipos de ejercicios con el fin de analizar su eficacia mejorando la estabilidad del tobillo y en consecuencia previniendo nuevas lesiones.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general:

Comparar la eficacia de la aplicación de los ejercicios excéntricos vs concéntricos en esguinces de tobillo grado I en fase de remodelación-maduración.

2.2.2 Objetivo específico:

- Valorar la fuerza isométrica de los músculos del tobillo, a través de un dinamómetro COBS, pre y pos tratamiento.
- Medir la estabilidad dinámica, con elasticidad plantar (punta de pies) mediante la plataforma COBS, pre y post tratamiento.
- Evaluar equilibrio y estabilidad dinámica con el *star excursion balance test* (SEBT), pre y post tratamiento.

2.3 Hipótesis:

¿El ejercicio excéntrico es más eficaz que el ejercicio concéntrico en la recuperación del esguince de tobillo grado I en fase de remodelación?

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación: Experimental, longitudinal, prospectivo.

3.2 Sujetos:

En este estudio se reclutó aleatoriamente según iban acudiendo al centro de rehabilitación “Novofisio” a 14 sujetos (mujeres u hombres) en edades comprendidas entre 15 y 40 años con diagnóstico de esguince de tobillo grado I en fase de remodelación-maduración. Los sujetos fueron repartidos en dos grupos:

El primer grupo realizó ejercicio concéntrico conformado por 7 sujetos (1 mujer y 6 varones).

El segundo grupo realizó ejercicio excéntrico conformado por 7 sujetos (5 mujeres y 2 varones).

Realizando los ejercicios como método de fortalecimiento y estabilización de tobillo tras esguince grado I, los dos grupos se denominan grupos experimental.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios	
Inclusión	Exclusión
<ul style="list-style-type: none"> - Sujetos que presenten esguince grado I por mecanismo de inversión. (Diagnosticado por el médico) - Que se encuentren en una fase de remodelación-maduración de tejido (tres semanas). - Sujetos que estén en proceso de rehabilitación. - Edad entre los 15 a 40 años. 	<ul style="list-style-type: none"> - Participantes que se encuentren en estadios agudos y crónicos. - Participante que presente dolor al realizar el estudio. - Participantes con problemas cardiovasculares, lesiones neurológicas o enfermedades degenerativas. - Pacientes que no hayan firmado el consentimiento informado.

3.3 Materiales

3.3.1 Plataforma COBS

La estabilidad dinámica será evaluada a través de la Plataforma “COBS”. Esta plataforma fue desarrollada por *PHYSIOMED ELEKTROMEDIZIN* en el año 1999, y evalúa funciones como la coordinación, capacidad, fluctuaciones, índice de fuerza, simetría de índice. La estabilidad dinámica se evaluará a través del movimiento de elasticidad plantar (punta de pies o elasticidad plantar) bilateral. Para esto el paciente debe estar frente la plataforma COBS en bipedestación, coloca la punta de los pies en una línea que se va a marcar 21 cm de adelante hacia atrás a lo largo de la plataforma, para que el pie del sujeto se coloque en la mitad de la plataforma. El movimiento consiste en levantar los talones caderas y rodillas rectas, tiene que rebotar (sin dejar de tocar el piso), durante 5 segundos donde se evaluará con números referenciales de la plataforma COBS, basado en un índice de fuerza 0.00. Una evaluación será realizada antes que el sujeto se someta al tratamiento (primera sesión) y otra al final (doceava sesión).

Las plataformas dinamométricas son usadas generalmente para el análisis de la marcha normal, patológica, equilibrio y la fuerza muscular en distintos movimientos del ser humano (Cisneros, Sánchez, Hernández, & Calzadilla, 2014).

3.3.2 Pelota COBS (Dinamometría)

El dinamómetro es un instrumento que ayuda a cuantificar la fuerza que produce una persona. En este estudio la dinamometría nos permitirá tomar el pico máximo de fuerza que alcance el sujeto antes y después del tratamiento. La fuerza muscular será medida por grupos musculares siguiendo el siguiente protocolo:

a) Dorsiflexión:

Paciente en posición sedente frente la plataforma, con rodilla del lado a evaluar en extensión completa y sin apoyo, alineándose con el balón dinamométrico, se coloca la cinta de la pelota COBS en el dorso del pie y se le pide que realice una dorsiflexión manteniendo la contracción por cinco segundos con su máxima fuerza.

b) Plantiflexión:

Paciente en posición sedente de espaldas a un lado de la plataforma, con rodilla totalmente extendida, alineándose con el balón dinamométrico, se coloca la cinta de la pelota COBS en la planta del pie y se le pide que realice una plantiflexión manteniendo la contracción por unos cinco segundos, con su máxima fuerza el resultado marcará en la computadora de la COBS.

c) Eversión:

Paciente en posición sedente de lado a la plataforma, con rodilla del pie lesionado en flexión completa sin apoyo, alineándose con el balón dinamométrico, se coloca la cinta de la pelota COBS en el borde externo del pie y se le pide que realice una eversión manteniendo la contracción por unos cinco segundos con su máxima fuerza el resultado marcará en la computadora de la COBS.

d) Inversión:

Paciente en posición sedente de lado a la plataforma, con rodilla del pie lesionado en flexión completa sin apoyo, alineándose con el balón dinamométrico, se coloca la cinta de la pelota COBS en el borde interno del pie y se le pide que realice una inversión manteniendo la contracción por unos cinco segundos con su máxima fuerza el resultado marcará en la computadora de la COBS.

3.1 *Star Excursion Balance Test (SEBT).*

El *SEBT* es un test con alto rango de fiabilidad (Caparrós, y otros, 2015), que evalúa el equilibrio dinámico en pacientes con inestabilidad articular crónica. Se realiza un asterisco en el suelo, con un diámetro de 120 cm por cada línea y un

ángulo de 45° entre cada línea, el sujeto coloca en el medio del asterisco en apoyo monopodal del miembro afectado, mientras el otro pie tiene que alcanzar el punto más lejano sin tener contacto completo y sin perder el equilibrio, en las direcciones de las líneas (anterior, posterior, medial, lateral, anteromedial, anterolateral, posteromedial, posterolateral). Al realizar el ejercicio el sujeto tiene que tener las manos en la cintura para evitar que las extremidades superiores actúe a favor del equilibrio, se descansa entre cada movimiento 30 segundos, y se puede realizar solo tres intentos. La distancia del sujeto se calcula mediante una cinta métrica. Para poder comparar este test con otros sujetos tenemos que tomar en cuenta la longitud de las piernas, se realizará la medición con una cinta métrica desde la cresta iliaca anterosuperior hasta maléolo interno. Y finalmente para saber el resultado hay que tomar la medida de anterior, posteromedial, posterolateral, dividir las para tres veces la longitud de la pierna y multiplicarlo por cien para sacar en porcentaje, aplicando la siguiente fórmula: $[(A+PM+PL) / (LP*3)*100]$ (Cruz, 2013).

3.4 Procedimiento Experimental

Se realizó 12 sesiones distribuidas en: dos evaluaciones (la primera sesión, y en la doceava sesión) y diez sesiones de tratamiento. Este estudio se llevó a cabo en 4 semanas, aplicando 3 sesiones por semana dejando un día de descanso entre cada sesión. El primer grupo realizó ejercicios concéntricos durante diez sesiones, mientras que el segundo grupo realizó ejercicios excéntricos; en este estudio nos centraremos en la aplicación de ejercicios concéntricos y excéntricos, sin utilizar agentes físicos ni electroterapia ya que los pacientes se encuentran en una fase de remodelación.

Para dar inicio a este estudio el paciente ya no deberá referir dolor, así también ya tendrá movilidad completa, debido a que el paciente ya cumplió con la primera fase del tratamiento de fisioterapia, el mismo en el que se utilizó agentes físicos como colocar calor por 5 minutos, ultrasonido 10 minutos, láser 5 minutos y para finalizar se coloca hielo 3 minutos; así una vez culminado esta primera fase se dará inicio al proceso de fortalecimiento es decir la fase de

estabilidad, se inicia la aplicación de tratamiento para este estudio comparativo de la eficacia de los ejercicios excéntricos y concéntricos.

Como primer paso fundamental es valorar la fuerza mediante el dinamómetro, también se evaluará la estabilidad dinámica con la plataforma COBS y el *star excursion balance test*.

La sesión del tratamiento duró 30 minutos en cada sesión, dividida en tres partes:

3.4.1 Calentamiento

Antes de empezar con el ejercicio se realizó un calentamiento previo de 9 minutos.

Propiocepción miembros inferiores duración 5 min.

- Equilibrios apoyo monopodal.
- Equilibrios apoyo monopodal el cuerpo en todas las direcciones.
- Equilibrios apoyo monopodal, fisioterapeuta desequilibra con leves empujones.
- Equilibrios apoyo monopodal con ojos cerrados.
- Equilibrios apoyo monopodal, con movimientos del cuerpo en todas las direcciones y manteniendo los ojos cerrados.
- Equilibrios monopodal, el fisioterapeuta desequilibra con ligeros empujones y se mantiene los ojos cerrados.

Movilidad Articular duración 2 min.

- Circunducciones en los dos sentidos tobillo derecho 2 series de 20 repeticiones.
- Circunducciones en los dos sentidos tobillo izquierdo 2 series de 20 repeticiones.
- Dorsiflexión 2 series de 20 repeticiones en tobillo derecho e izquierdo.
- Plantiflexión 2 series de 20 repeticiones en tobillo derecho e izquierdo.

Caminata continua suave durante 2 minutos (Berdejo, 2011).

3.4.2 Fortalecimiento Muscular

Empezamos con el primer grupo, ejercicios concéntricos durante 15 minutos (aquellas donde se produce un acortamiento de la longitud del músculo en el tiempo que se produce la tensión) y con el segundo grupo, realizará los ejercicios excéntricos durante 15 minutos (aquellas donde se produce un alargamiento en la longitud del músculo).

Ejercicios concéntricos

3.4.2.1 Dorsiflexión:

Sujeto se colocó en decúbito supino sobre una camilla, el terapeuta se coloca al pie de la misma, colocando una mano para fijar la articulación tibioastragalina, mientras que la otra mano pone resistencia en el dorso del pie, donde el punto de inicio es una plantiflexión completa, el sujeto realizó una dorsiflexión lo cual provocó una fuerza necesaria para vencer la resistencia, consiguiendo su máxima amplitud del movimiento. Se realizó 4 series de 15 repeticiones, manteniendo 1 segundo.

3.4.2.2 Plantiflexión:

Sujeto se colocó en posición de cubito prono con la rodilla flexionada en 90 grados en la camilla y el terapeuta se coloca al lado lateral de la camilla, colocando una mano para fijar la articulación tibioastragalina, mientras que la otra pondrá resistencia en la parte media plantar donde el punto de inicio es una dorsiflexión completa y el paciente realizó una plantiflexión lo cual provocó una fuerza necesaria para vencer la resistencia, consiguiendo su máxima amplitud del movimiento. Se realizó 4 series de 10 repeticiones, manteniendo 1 segundo.

3.4.2.3 Eversión:

Sujeto se colocó en decúbito supino sobre una camilla, el terapeuta se coloca al pie de la misma, colocando una mano para fijar la articulación

tibioastragalina, mientras que la otra mano pone resistencia en el borde lateral del pie, donde el punto de inicio es una inversión completa y el paciente realizó una eversión lo cual provocó una fuerza necesaria para vencer la resistencia consiguiendo su máxima amplitud del movimiento. Hay que procurar realizar rotaciones cadera. Se realizó 4 series de 15 repeticiones, manteniendo 1 segundo.

3.4.2.4 Inversión:

Sujeto se colocó en decúbito supino sobre una camilla, el terapeuta se coloca al pie de la misma, colocando una mano para fijar la articulación tibioastragalina, mientras que la otra mano pone resistencia en el borde medial del pie, donde el punto de inicio es una eversión completa, el paciente realizó una inversión lo cual provocó una fuerza necesaria para vencer la resistencia consiguiendo su máxima amplitud del movimiento. Hay que procurar realizar rotaciones cadera. Se realizó 4 series de 10 repeticiones, manteniendo 1 segundo.

Ejercicios excéntricos

3.4.2.1 Dorsiflexión:

El sujeto debe estar sobre la camilla decúbito supino y el terapeuta al pie de la camilla, colocando una mano en la articulación tibioastragalina para fijar, mientras que la otra mano va a dar una resistencia en el dorso del pie, donde el punto de inicio es una dorsiflexión completa, el sujeto tratara de mantener la dorsiflexión, ya que la resistencia del terapeuta es mayor a la fuerza del sujeto, llevando así a una plantiflexión, consiguiendo que el músculo este en contracción y alargado sin poder vencer la resistencia. Se realizó 4 series de 10 repeticiones, manteniendo 5 segundos.

3.4.2.2 Plantiflexión:

El sujeto debe esta decúbito prono con la rodilla flexionadas en 90 grados en la camilla y el terapeuta a un lado de la camilla, colocando una mano en la

articulación tibioastragalina para fijar, mientras que la otra mano va a dar una resistencia en la planta del pie, donde el punto de inicio es una plantiflexión completa, el sujeto tratara de mantener la plantiflexión, ya que la resistencia del terapeuta es mayor a la fuerza del sujeto, llevando así a una dorsiflexión, consiguiendo que el músculo este en contracción y alargado sin poder vencer la resistencia. Se realizarán 4 series de 10 repeticiones, manteniendo 5 segundos.

3.4.2.3 Eversión:

El sujeto debe estar sobre la camilla decúbito supino y el terapeuta al pie de la camilla, colocando una mano en la articulación tibioastragalina para fijar, mientras que la otra mano va a dar una resistencia en el borde lateral del pie, donde el punto de inicio es una eversión completa, el sujeto tratara de mantener la eversión, ya que la resistencia del terapeuta es mayor a la fuerza del sujeto, llevando así a una inversión, consiguiendo que el músculo este en contracción y alargado sin poder vencer la resistencia. Hay que procurar realizar rotaciones cadera y llegar a posición neutra. Se realizó 4 series de 15 repeticiones, manteniendo 5 segundos.

3.4.2.4 Inversión:

El sujeto debe estar sobre la camilla decúbito supino y el terapeuta al pie de la camilla, colocando una mano en la articulación tibioastragalina para fijar, mientras que la otra mano va a dar una resistencia en el borde medial del pie, donde el punto de inicio es una inversión completa, el sujeto tratara de mantener la inversión, ya que la resistencia del terapeuta es mayor a la fuerza del sujeto, llevando así a una eversión, consiguiendo que el músculo este en contracción y alargado sin poder vencer la resistencia. Hay que procurar realizar rotaciones cadera y solo llegar a posición neutra. Se realizó 4 series de 10 repeticiones, manteniendo 5 segundos.

3.4.3 Enfriamiento o vuelta a la calma.

Caminata continua suave durante 2 minutos.

Estiramiento Dinámico duración 4 minutos. Cada estiramiento dura de 15 a 20 segundos, mejorando la flexibilidad del Tibial anterior, gemelos, sóleo, isquiotibiales, cuádriceps (Berdejo, 2011).

3.5 Análisis de Datos

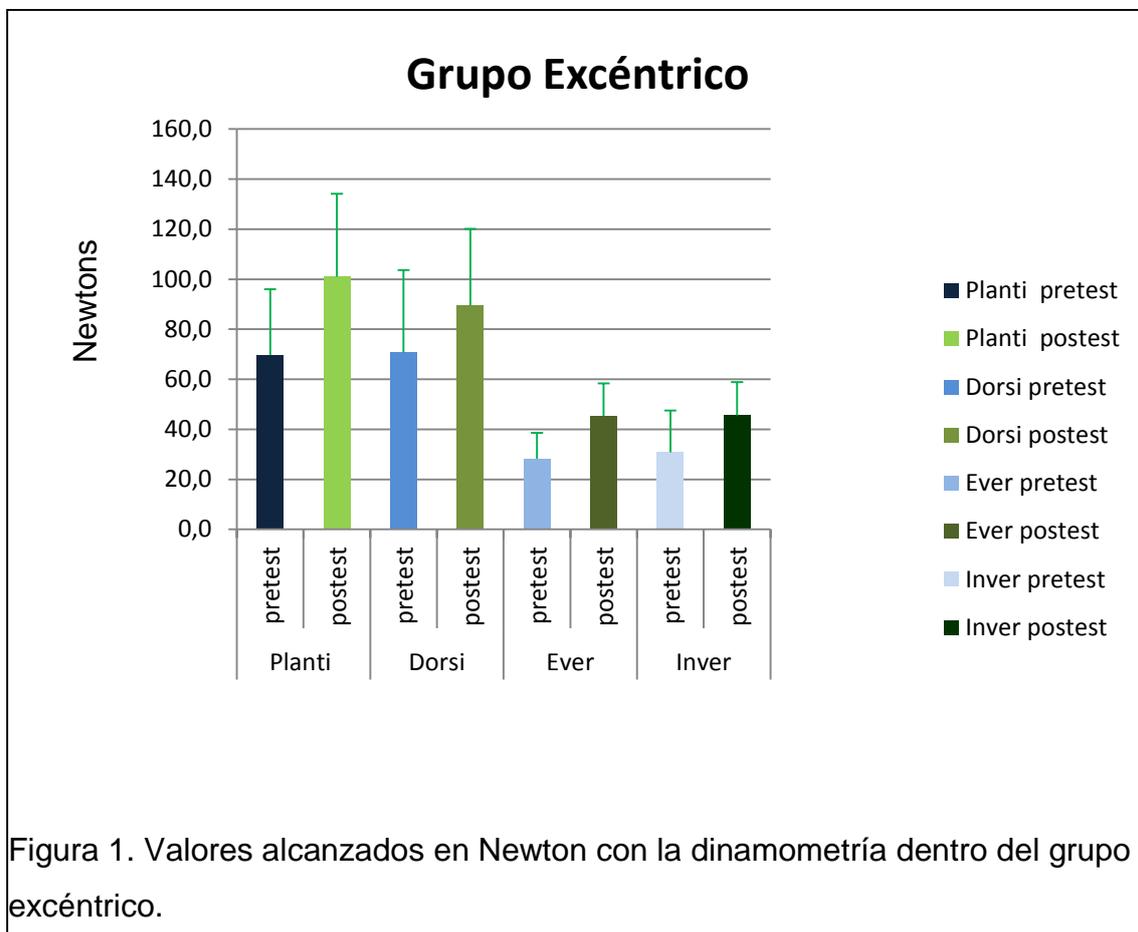
Los datos obtenidos de todas las variables fueron valorados por el programa informático estadístico “STATISTICA7.1” Se realizó un análisis (ANOVA) a medidas repetidas (2 Grupos x 2 Mediciones) para determinar diferencias entre variables. El umbral de significativa fue establecido en $p \leq 0.05$.

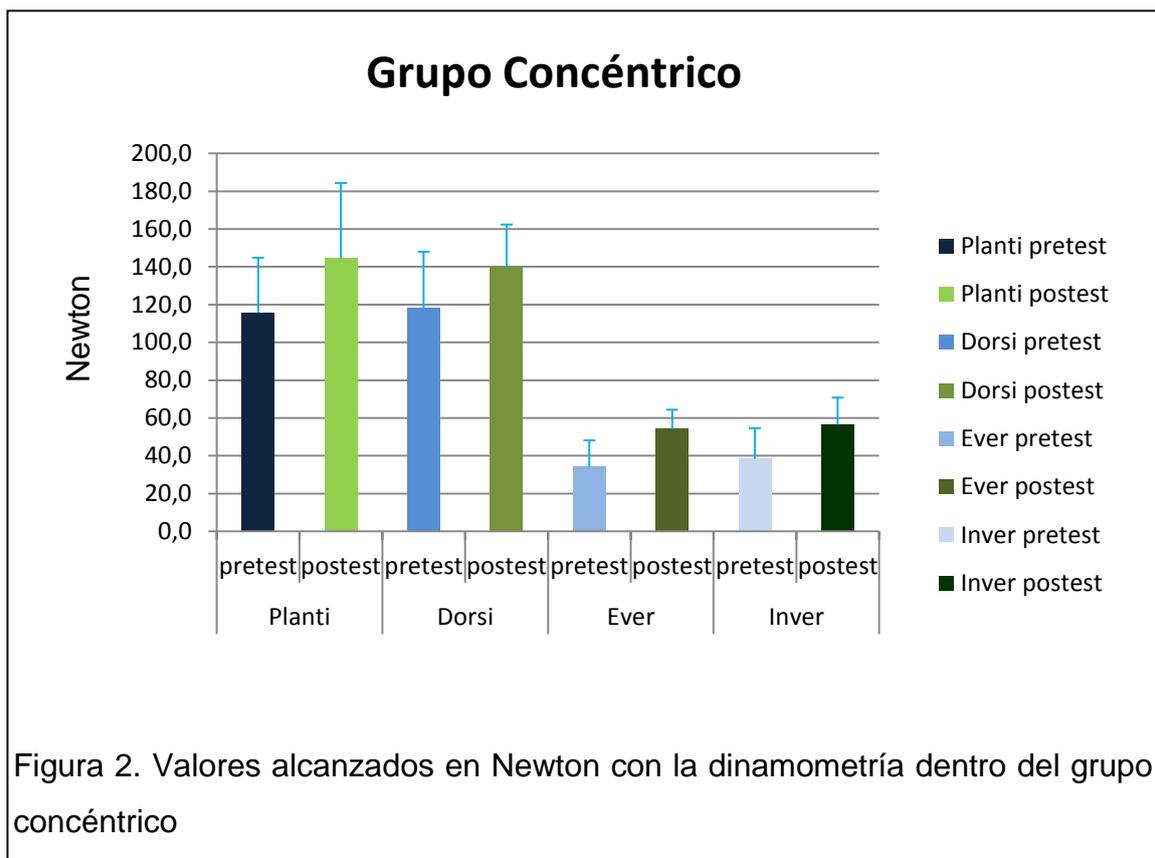
IV. RESULTADOS

4.1 Resultados:

4.1.1 Dinamometría

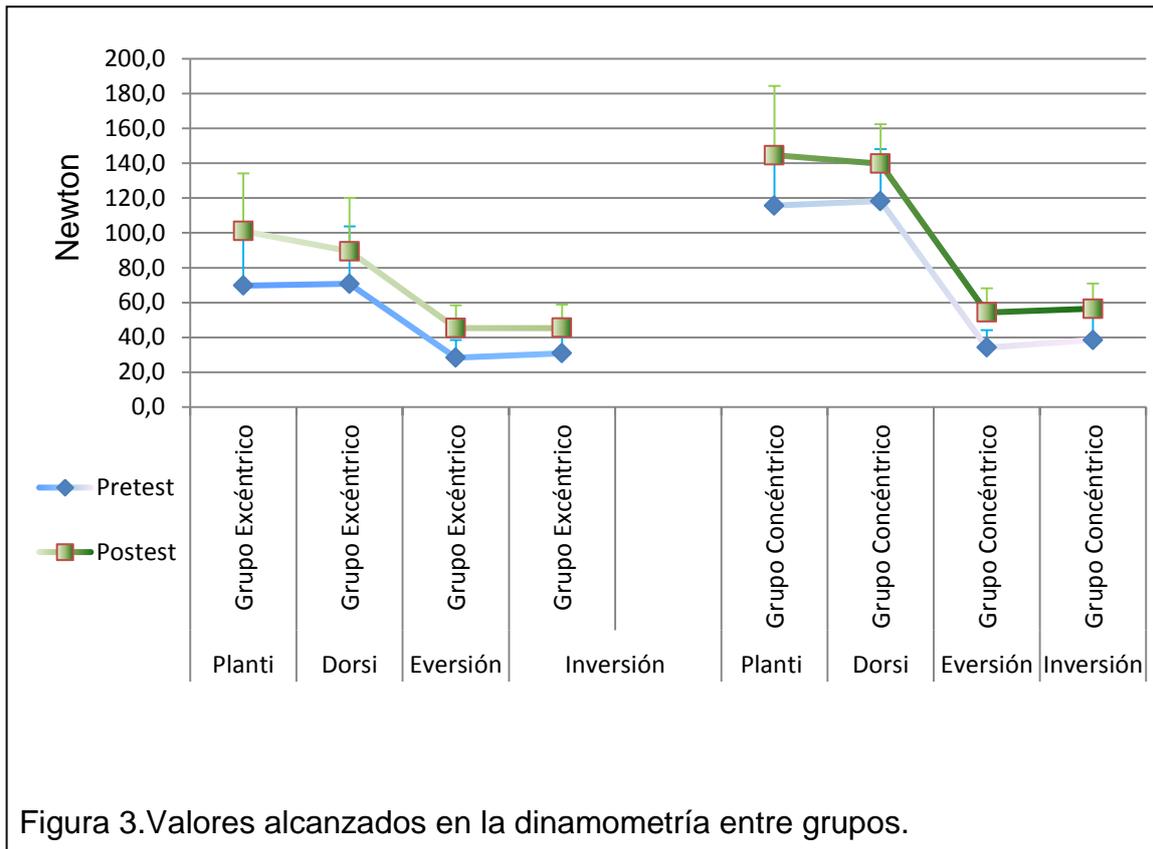
El análisis ANOVA (2 Grupos x 2 Medidas) demostró que no existe ninguna diferencia significativa entre grupos experimentales, en plantiflexión ($F=0,03$; $P=0,85$); dorsiflexión ($F=0,10$; $P=0,74$); eversión ($F=0,89$; $P=0,36$); e inversión ($F= 0,45$; $P= 0,52$) (Figura 1, 2 y 3).





Nota: Evaluación pretest (primera sesión), Evaluación posttest (doceava sesión) de ambos grupos.

La comparación intergrupo no existió una diferencia estadística significativa en plantiflexión ($P=0,85$); dorsiflexión ($P=0,74$); eversión ($P=0,36$); inversión ($P=0,51$).



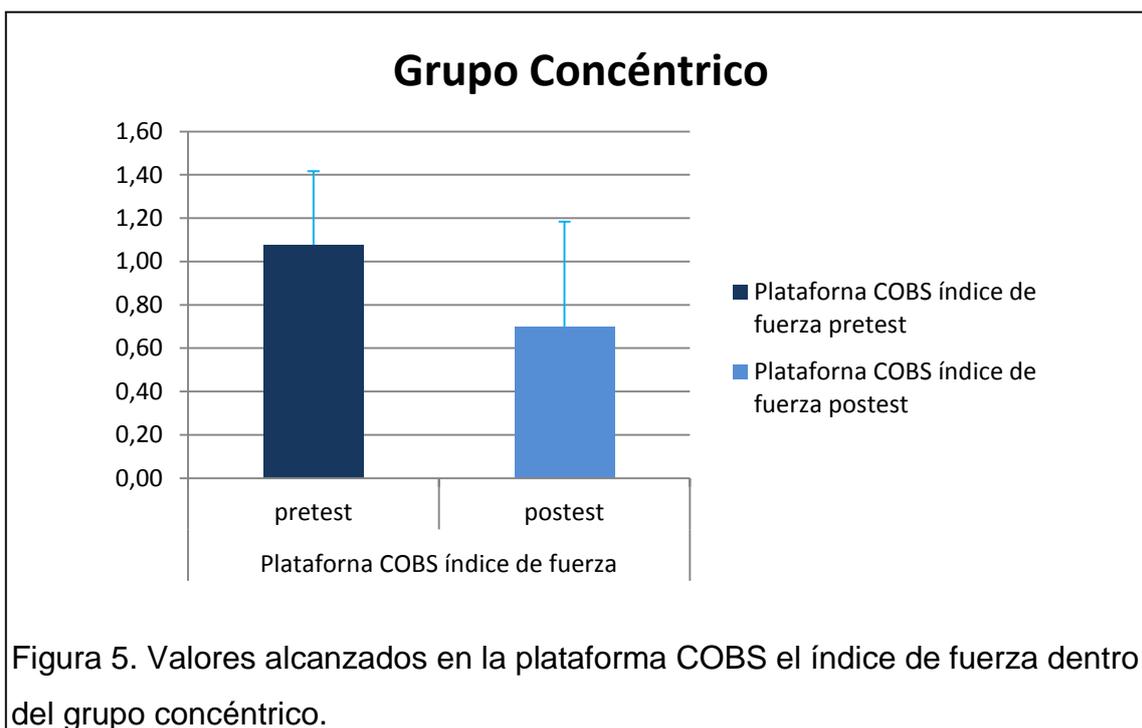
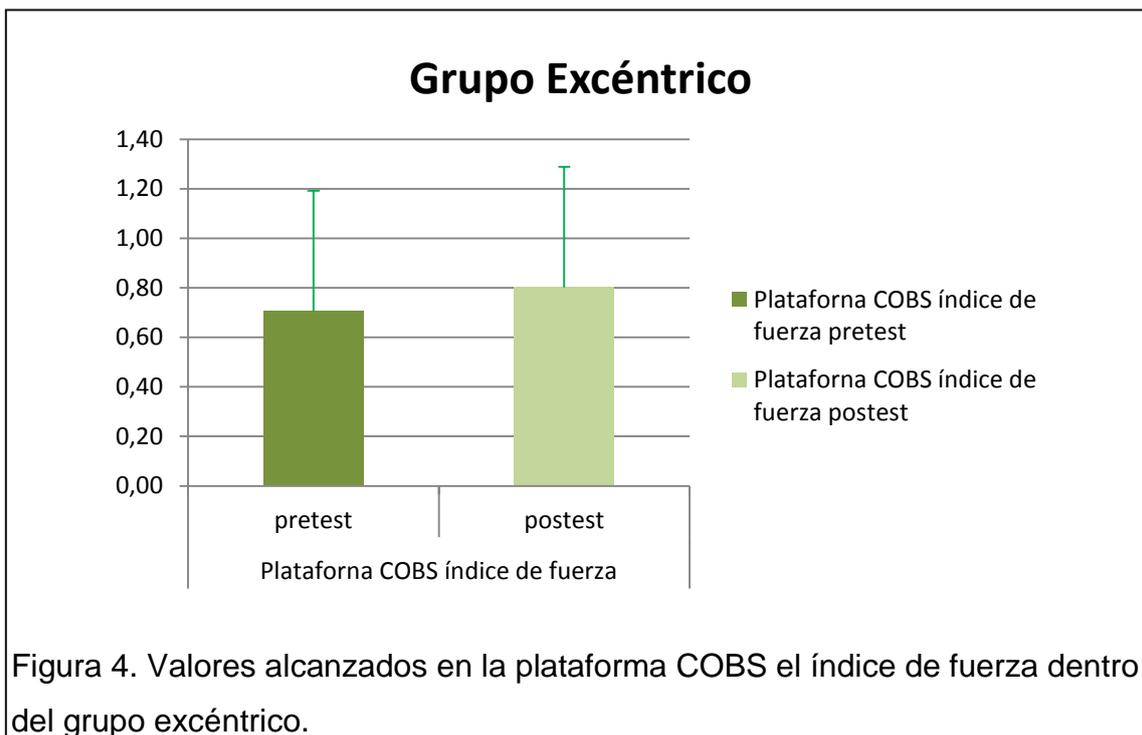
Nota: Evaluación pretest (primera sesión), Evaluación posttest (doceava sesión) de ambos grupos.

Grupo excéntrico vs grupo concéntrico pretest

Grupo excéntrico vs grupo concéntrico posttest

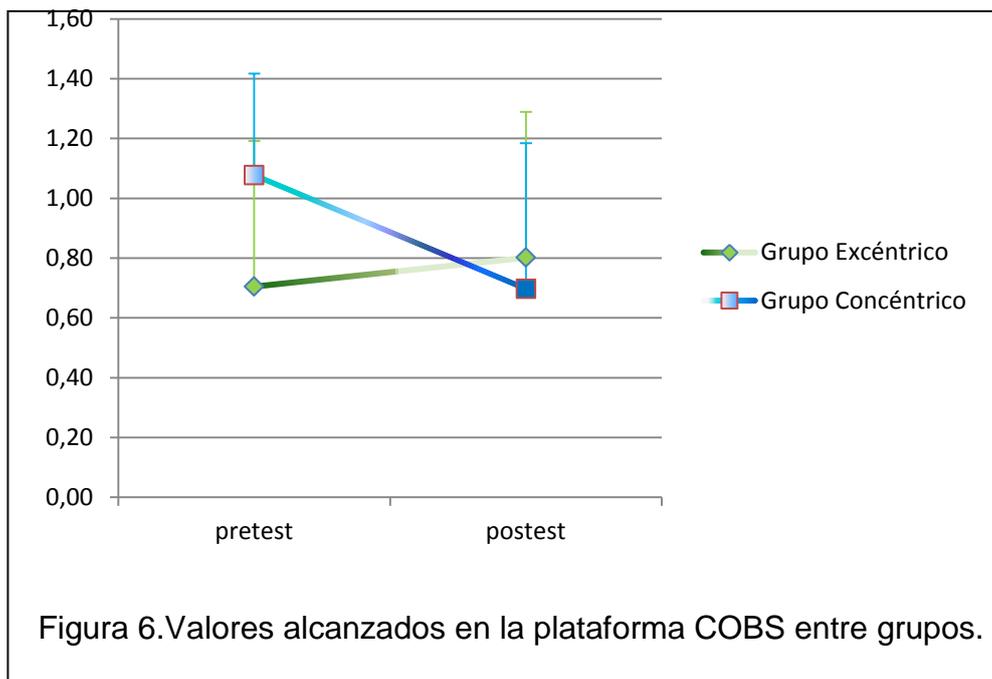
4.1.2 Plataforma COBS (índice de fuerza)

El análisis ANOVA (2 Grupos x 2 Medidas) demostró que no existe ninguna diferencia significativa entre grupos experimentales, para la Plataforma COBS (índice de fuerza) ($F=2,54$, $P=0,13$) (Figuras 4, 5 y 6).



Nota: Evaluación pretest (primera sesión), Evaluación postest (doceava sesión) de ambos grupos.

La comparación intergrupo no existió una diferencia estadística significativa en plataforma COBS índice de fuerza ($P=0,13$).



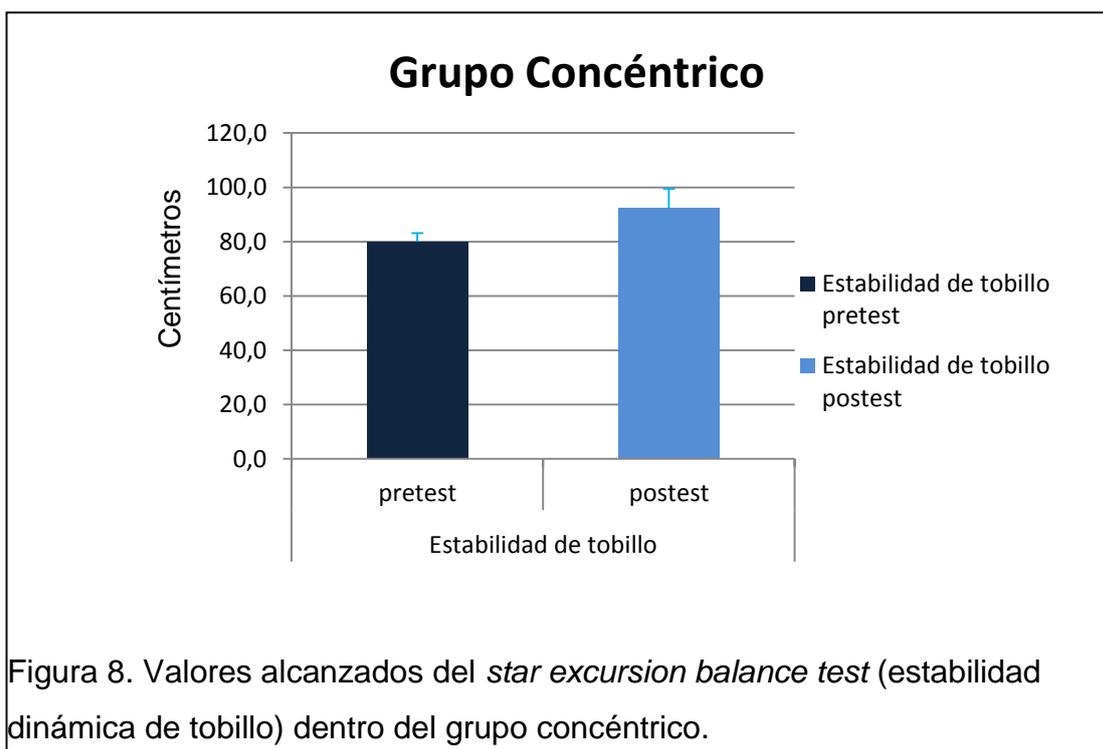
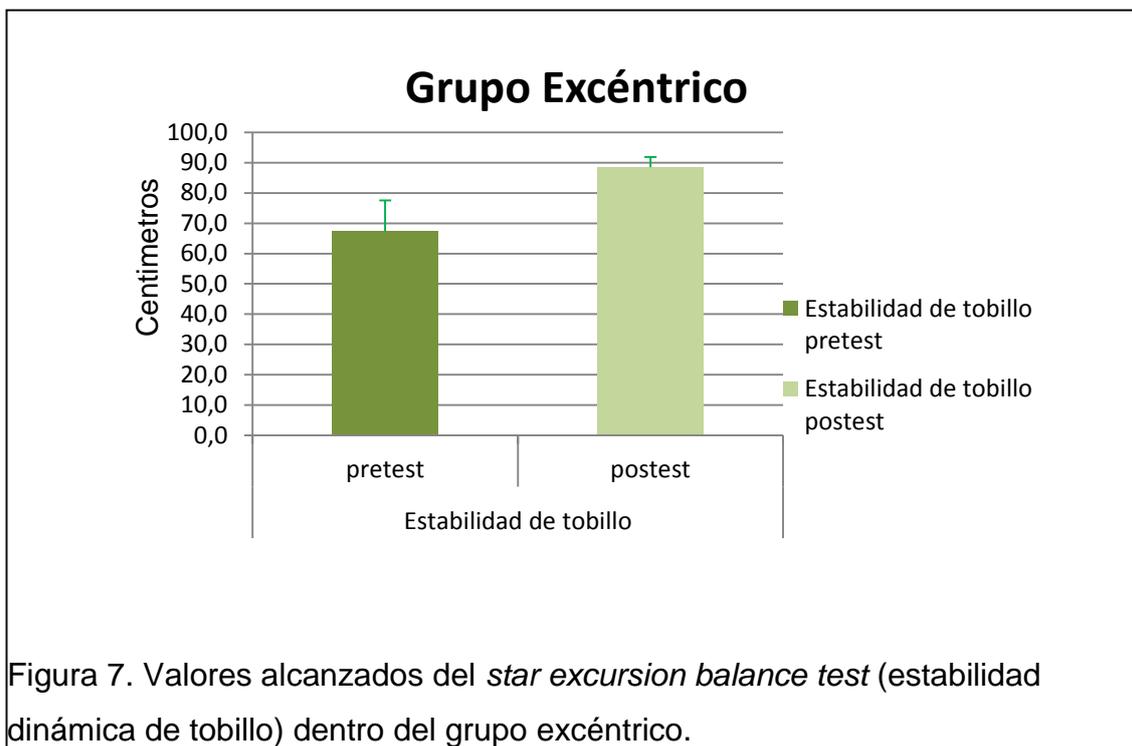
Nota: Evaluación pretest (primera sesión), Evaluación posttest (doceava sesión) de ambos grupos.

Grupo excéntrico vs grupo concéntrico pretest

Grupo excéntrico vs grupo concéntrico posttest.

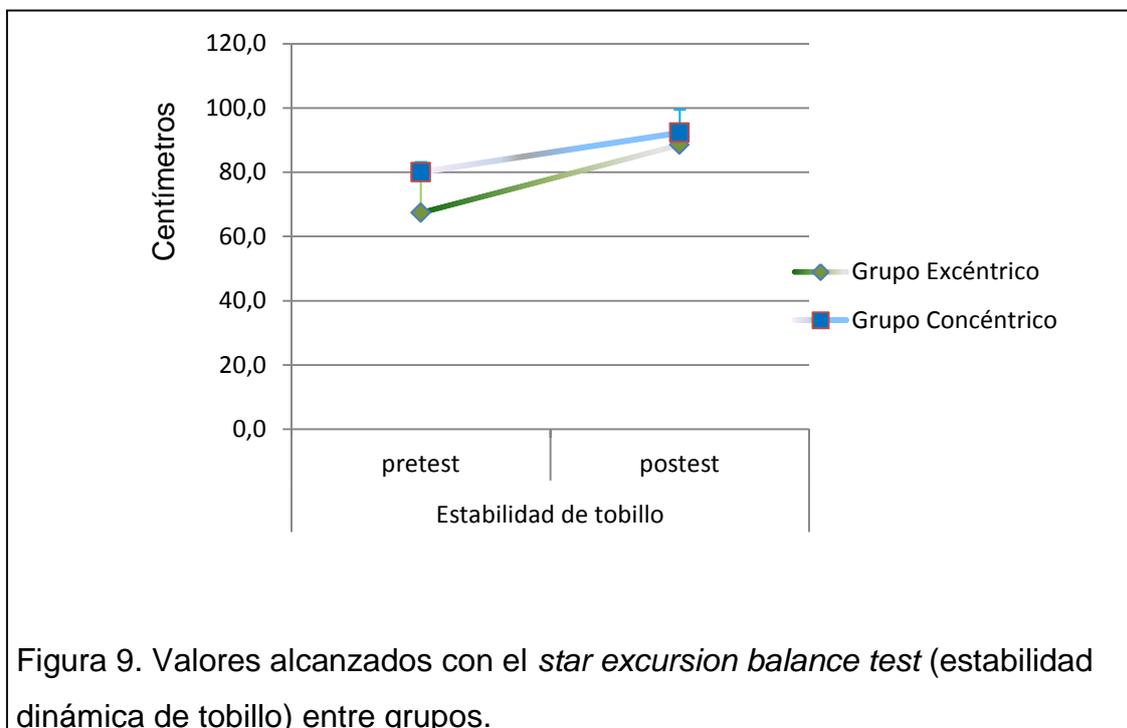
4.1.3 *Star excursion balance test* (Estabilidad dinámica de tobillo).

El análisis ANOVA (2 Grupos x 2 Medidas) demostró que no existe ninguna diferencia significativa entre grupos experimentales para el *star excursion balance test* (estabilidad dinámica de tobillo), ($F=3,81$; $P=0,07$) (Figura 7, 8 y 9).



Nota: Evaluación pretest (primera sesión), Evaluación posttest (doceava sesión) de ambos grupos.

La comparación intergrupo no existió una diferencia estadística significativa el *star excursion balance test* (estabilidad dinámica de tobillo) ($P=0,07$).

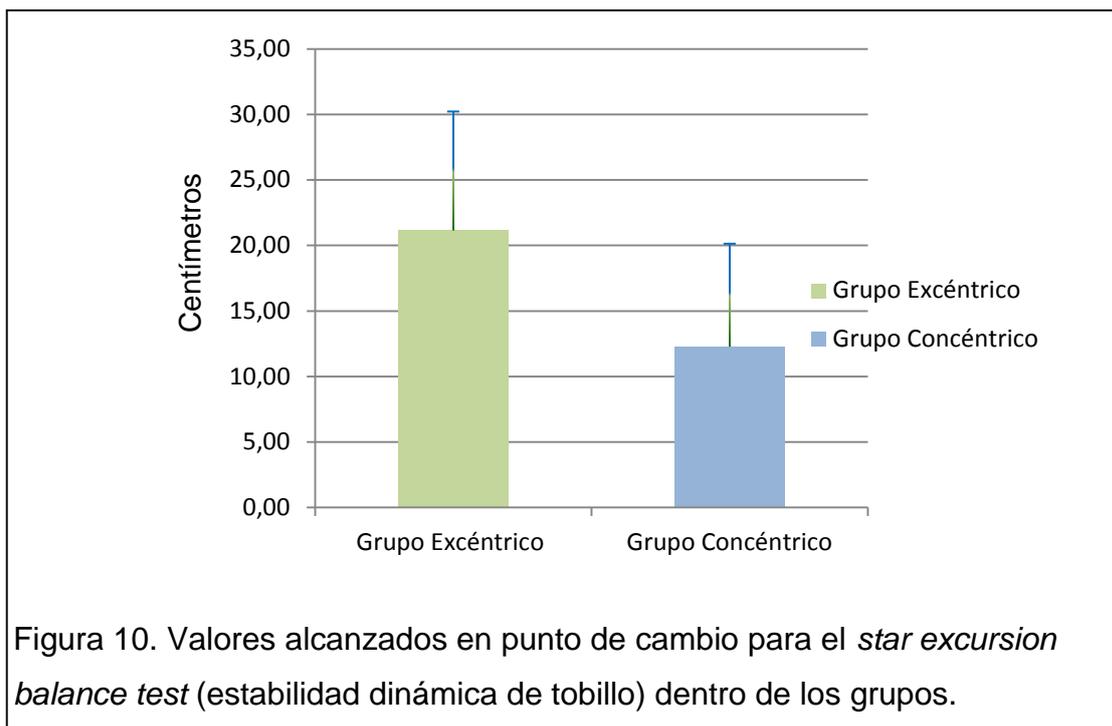


Nota: Evaluación pretest (primera sesión), Evaluación posttest (doceava sesión) de ambos grupos.

Grupo excéntrico vs grupo concéntrico pretest

Grupo excéntrico vs grupo concéntrico posttest.

Se realizó puntaje de cambio para el *star excursion balance test* (estabilidad dinámica de tobillo), y se demostró que existe diferencia significativa entre grupos experimentales, de ($F=1,95$; $P=0,04$) demostrando que el grupo excéntrico tiene una mejoría en la estabilidad de tobillo.



4.2 Discusión

El objetivo de este estudio fue demostrar que ejercicio resulta favorable en la recuperación del esguince de tobillo grado I en la fase de recuperación y remodelación, comparando la fuerza en newtons (dinamometría), equilibrio y estabilidad dinámica valorada en centímetros (*star excursion balance test*) y también el índice de fuerza con números referenciales de la plataforma (COBS). En el presente estudio no cumple la hipótesis planteada ya que no se evidenció una diferencia significativa, y se observó una mejoría importante en los dos grupos durante todo el proceso de fortalecimiento, tanto en la fuerza muscular, estabilidad y equilibrio del tobillo.

4.2.1 Fuerza Muscular

La fuerza muscular fue evaluada por dinamometría (Balón COBS), los resultados no demostraron una diferencia significativa en el aumento de fuerza. Según Laín (2012) en su estudio observó que las contracciones excéntricas provocan mayor fuerza y reclutan menos fibras musculares que las concéntricas, pero no se observó diferencia entre estos tipos de contracción.

Durante el proceso de fortalecimiento se pudo observar como en cada sesión los pacientes iban realizando todas las pruebas, ejercicios con mayor seguridad y un mejor desempeño; sin embargo al final del estudio no se evidencio que las contracciones excéntricas fueran más eficaces que las concéntricas para el aumento de la fuerza, siendo los dos tipos de contracciones favorables para el incremento de fuerza muscular en un tratamiento fisioterapéutico, en el grupo experimental excéntrico plantiflexión (31,2 N), dorsiflexión (18,7 N), eversión (17,0 N) e inversión (14,7 N), y en el grupo concéntrico plantiflexión (29,0 N), dorsiflexión (21,6 N), eversión (20,1 N) e inversión (18,0 N).

4.2.2 Equilibrio y estabilidad dinámica

El equilibrio y la estabilidad dinámica fueron evaluados mediante el *star excursion balance test*; según el análisis el promedio de los grupos experimentales no provocó una diferencia estadística significativa, los dos tipos de contracción mejoraron el equilibrio y estabilidad de tobillo, sin embargo al realizar el puntaje de cambio se observó una diferencia significativa, demostrando que el grupo experimental excéntrico mejora la estabilidad del tobillo, grupo excéntrico (21,1 cm) y grupo concéntrico (12,3 cm). Según Gain y colegas (2003) la contracción excéntrica es fundamental para la estabilidad de las articulaciones, ya que este tipo de contracción se realiza en actividades de la vida diaria. Según Camargo y colegas (2014) en la contracción excéntrica hay mayor tensión en tendón, músculo y ligamentos, lo cual en el estudio de Almarza (2013) determina que la cicatriz depende de la fuerza de tracción que soporte la misma, así al elevar el estrés y la tensión, el tejido de colágeno va realineándose en la misma dirección de las líneas de tensión mejorando progresivamente la función.

4.2.3 Índice de fuerza

El índice de fuerza propioceptiva se evaluó con la plataforma COBS, donde no se pudo observar una diferencia significativa; el número de referencia del índice de fuerza es de 0,00; en el grupo excéntrico se observó que aumento 0,10 mientras que en el grupo concéntrico disminuyó un 0,38; según Rivera (2015) el fortalecimiento muscular excéntrico aumenta la fuerza de la musculatura más que en el concéntrico, lo cual determina que el grupo excéntrico ocupó más fuerza muscular en el postest mientras que el grupo concéntrico ocupó menos fuerza.

4.2.4 Límites del estudio e Impacto clínico.

Un factor que pudo influenciar en el resultado del presente estudio es el reclutamiento de sujetos, ya que en el grupo excéntrico hubo más mujeres que hombres y en los concéntricos todo lo contrario, se ponía a los sujetos en los grupos mientras iban acudiendo al centro de rehabilitación.

En la intervención fisioterapéutica el tiempo y reclutamiento de sujetos para el estudio desempeña un papel muy importante, tal vez si se hubiese extendido el número de sesiones de fortalecimiento y reclutado a más sujetos, se hubiese observado mejores resultados entre las dos contracciones.

El impacto clínico de este presente estudio es dar un nuevo enfoque al uso de los ejercicios excéntricos, los cuales no son muy utilizados ya que se les considera muy intensos; por medio de este estudio pudimos observar que la utilización de los dos tipos de ejercicios serán favorables para la recuperación de esta lesión obteniendo resultados similares, sin embargo al utilizar más los ejercicios excéntricos lograra mejorar la estabilidad de tobillo.

V. CONCLUSIÓN

5.1 Conclusiones

El tratamiento para los dos tipos de contracciones, es favorable para el aumento de fuerza evaluada con el balón COBS (dinamometría), lo cual determina que se puede realizar los ejercicios tanto como concéntrico y excéntrico.

El ejercicio de fortalecimiento con contracciones concéntricas y excéntricas mejora la estabilidad de tobillo siendo más favorables las contracciones excéntricas demostradas al aplicar el punto de cambio realizadas con el SEBT.

Con la plataforma COBS se determinó que el índice de fuerza que se utiliza en la propiocepción los ejercicios excéntricos tienen un ligero aumento en comparación a las concéntricas que no necesitaron mucha fuerza al realizar la evaluación aunque no haya habido una diferencia significativa.

5.2 Recomendación

Para futuros estudios se recomienda extender el tiempo de tratamiento ya que de esta manera se podría observar una diferencia significativa en los ejercicios excéntricos.

Se recomienda que el reclutamiento de los sujetos sea equilibrado, ya que con más tiempo se podría tener el mismo número de mujeres y hombres en los dos grupos.

REFERENCIAS:

- Almarza, I. (2013). Recuperación funcional y reentrenamiento de un futbolista profesional con un esguince grado II de ligamento lateral interno de la rodilla (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Madrid, España, Madrid.
- Ávila Lafuente, J., Laclériga Giménez, A., Sánchez López, A., & Bolsa, J. (2002). Protocolo de tratamiento funcional en el esguince agudo no grave de tobillo. (4.^a ed.).Madrid, España: Mapfre Medicina.
- Bazgir, B., Salesi, M., Koushki, M., & Amirghofran, Z. (2015). Effects of Eccentric and Concentric Emphasized Resistance Exercise on IL-15 Serum Levels and Its Relation to Inflammatory Markers in Athletes and Non-Athletes. *Asian J SportsMed*, 6(3):e27980.
- Berdejo, D. (2011). Calentamiento competitivo en baloncesto: revisión bibliográfica y propuesta. *Revista de Ciencias del Deporte* 7 (2), 101-116.
- Bicici, S., Karatas, N., & Baltaci, G. (2012). Effect of athletic taping and kinesiostaping. *IJSPT*, 155.(2):154-66.
- Blanco, M., & Mosqueira, M. (2014). Variación de la velocidad del centrode presiones en deportistas con esguince lateral de tobillo. *Revista internacional de ciencias podológicas*, 2, 119-131.
- Camargo, P., Albuquerque-Sendin, F., & Salvini, T. F. (2014). Eccentric training as a new approach for rotator cuff. *World Journal of Orthopedics*, 634.(5):634-44.
- Caparrós, C., Morales, J., Dabanch, A., Díaz, F., Molina, D., Salazar, J., y otros. (2015). Efecto del entrenamiento neuromuscular sobre el balance dinámico y actividad muscular en deportistas con inestabilidad funcional de tobillo: un estudio preliminar. *CES Movimiento y Salud*, 3(1):7-15.
- Cardelle, S. (2016). Resultados de la aplicación de programas de ejercicio excéntrico en la tendinitis rotuliana en deportistas (tesis de pregrado).Universidad da Coruña, España, Coruña.

- Casado, L., & Aguado, X. (2011). Revisión de las repercusiones de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural. *Apunts med Esport*, 46(170):97—105.
- Ceccarelli, J., & Delgado, M. (2010). Manejo de tejidos blandos para preservación de rebordes. *Revista Estomatol Herediana*, 20(2):85-89.
- Chaler, J., Garreta, R., Alcázar, A., Abril, A., Unyó, C., Pujol, E., y otros. (2002). Evaluación de la sinceridad del esfuerzo en el hombro. *Researchgate*, 287-291.
- Chana, P. (2010). Eficacia del ejercicio propioceptivo combinado con vendaje neuromuscular en la inestabilidad funcional de tobillo. *Reduca*, 2 (1): 255-272.
- Cisneros, V., Sánchez, Y., Hernández, D., & Calzadilla, Y. (2014). Protocolo de actuación con el Balance Trainer en el tratamiento rehabilitador de las ataxias. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 6(2):138-148.
- Cronin, J., Meylan, C., & Nosaka, K. (2015). Isoinertial assessment of eccentric muscular strength. *Revista de entrenamiento deportivo*, 1133-0619.
- Cruz, D. (2013). Inestabilidad crónica de tobillo: Tratamiento mediante movilizaciones articulares y un programa de entrenamiento propioceptivo. Validación de la versión Española de cuestionario "Cumberland ankle instability tool (Tesis Doctoral). Universidad de Jaén, España.
- Gain, H., Hervé, J., Hignet, R., & Deslandes, R. (2003). Fortalecimiento muscular en rehabilitación. Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, E - 26-055-A-11.
- García, P. (2016). Tratamiento fisioterápico post-quirúrgico tras reparación del ligamento peroneo astragalino anterior en esguince de tobillo recidivante. A propósito de un caso clínico (tesis de pregrado). Universidad de Valladolid, España, Valladolid.
- González, C. (2014). Efectividad de los ejercicios excéntricos en la lesión del tendón rotuliano (tesis de pregrado). Universidad CEU Cardenal Herrera, España, Valencia.

- Guzmán, E., Gatica, V., & Méndez, G. (2014). Correlación entre el control postural y neuromuscular con cuestionarios de percepción funcional en deportistas con inestabilidad de tobillo. *Elselvier* 2014.05.004.
- Kapandji, A. (2010). *Fisiología Articular*. (6ª. Ed.). Madrid, España: Médica Panamericana, S.A.
- Laín, N. M. (2012, 22 de Mayo). Reclutamiento de unidades motoras en contracciones concéntricas, isométricas y excéntricas. *Universidad de Alcalá*, 27(16), 1-40.
- Moore, K., Dalley, A., & Agur, A. (2013). *Moore Anatomía con orientación clínica*. (7ª. Ed.). Barcelona, España: Wolters Kluwer Health, S.A.
- Prentice, W. (2009). *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Rincón, D., Camacho, J., Rincón, P., & Sauza, N. (2015). Abordaje del esguince de tobillo para el médico general. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 47(1): 85-92.
- Rivera, C. (2015). Eficacia del ejercicio muscular concéntrico y excéntrico en deportistas aficionados con tendinopatias rotulianas en el centro de rehabilitación ASOFISIO (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador, Quito.
- Rodríguez, Ó. (2015). Efectividad del trabajo excéntrico en el tratamiento y la prevención de las recidivas en las lesiones de la musculatura isquiotibial en deportistas de alto nivel (tesis de pregrado). Universidad de Valladolid, España, Valladolid.
- Saavedra, P., Coronado, R., Diez, P., León, R., Jaimes, R., Granados, R., y otros. (2004). Efecto del ejercicio excéntrico, isocinético e isotónico en la fuerza muscular de tobillo en pacientes con esguince. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 16: 110-116.
- Valdez, C. L. (2014). Utilización de la contracción muscular excéntrica como método de tratamiento en las lesiones de la musculatura isquiotibial en las jugadoras de fútbol femenino de la PUCE (Tesis Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador, Quito.

Voegeli, A. (2013). Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie.
Revista Española Reumatol, 30(9):469-77.

Zaragoza, K., & Fernández, S. (2013). Ligamentos y tendones del tobillo:
anatomía y afecciones más frecuentes analizadas mediante resonancia
magnética. Anales de Radiología México, 2:81-94.

ANEXOS

GLOSARIO

Sindesmosis: Es la articulación de dos huesos por una membrana o tejido fibroso (membrana interósea y ligamentos).

Mortaja tibioperonea: La unión de la parte distal de tibia y peroné, formando una cúpula articular para encajar a la tróclea del astrágalo.

Diástasis: Separación patológica de dos huesos que están alineados paralelamente.

Dupuytren: Lesión de tobillo identificada por fractura bimalleolar, producido por un mecanismo en pronación y provocando la separación de tibiaperonea.

Maisonneuve: Pérdida de la continuidad del hueso del peroné, acompañada de ruptura de la sindesmosis (membrana interósea).

Equimosis: Lesión por acumulación de sangre subcutánea que se encuentra en la piel o mucosa caracterizada por una mancha negruzca o amarillenta.

Avascular: Tejido que carece de vasos sanguíneos.

Vascularización: Presencia de vasos sanguíneos y linfáticos en tejidos órganos o cualquier parte del cuerpo humano.

Colágeno: Es una molécula proteica que forma las fibras de colágeno que se encuentran en el tejido conjuntivo de la piel, tendones, huesos y cartílagos.

Coaptar: En termino medico la coaptación es la unión de dos huesos como si fuesen uno, ejemplo dos huesos separados pero unidos por la cápsula articular.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La presente investigación es conducida por **Carlos Marcillo** con cédula de identidad **172423548-4**, estudiante de la Universidad de las Américas, de la escuela de Fisioterapia. La meta de este estudio es **comparar la eficacia de los ejercicios excéntricos vs concéntricos en esguince de tobillo grado I por mecanismo de inversión en fase de remodelación-maduración** como tema para la elaboración de mi trabajo de titulación.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. No tiene ningún costo. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación, es importante mencionar que los ejercicios no van ser riesgosos para el paciente.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Para cualquier sugerencia o duda se puede comunicar a los teléfonos: Carlos Marcillo 0995665749

Yo, _____, con cédula de identidad_____. Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Carlos Marcillo. He sido informado (a) de la meta de este estudio.

Me han indicado también que tendré que responder cuestionarios y preguntas en una entrevista o lo que fuera según el caso.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento.

Tomando todo en consideración, otorgo mi CONSENTIMIENTO para que esta aplicación de a lugar y sea utilizada para cumplir con sus objetivos de la presente investigación.

Firma del participante

HOJAS DE CONTROL

Nombre y Apellido:	
Fecha:	
Edad:	
Sexo:	
Dirección:	
Teléfono:	
Nacionalidad:	
Documento de Identidad:	
Profesión:	
Altura(cm):	
Peso (Kg):	
Deporte que practica:	
Número de horas de entrenamiento a la semana:	
Lado dominante:	<i>Derecha () Izquierda ()</i>

Star Excursion Balance Test (SEBT).

Fórmula de evaluación:

$$[(\text{Anterior} + \text{Posteromedial} + \text{Posterolateral}) / (\text{Longitud de Pierna} * 3) * 100]$$

Evaluación inicial:

Fecha:

Anterior (cm)	Posterior medial (cm)	Postero Lateral (cm)	Medida de pierna (cm)	Cálculo en %

Evaluación final:

Fecha:

Anterior (cm)	Posterior medial (cm)	Postero Lateral (cm)	Medida de pierna (cm)	Cálculo en %

Dinamometría (Fuerza muscular)

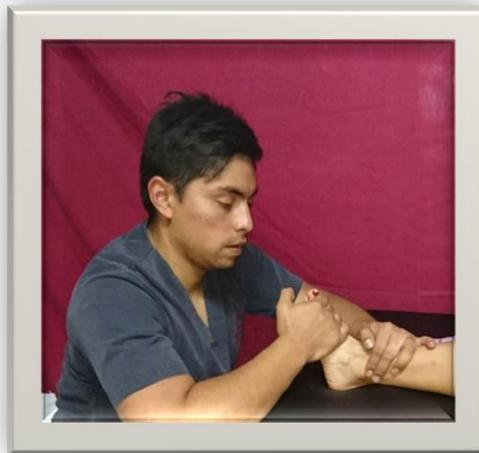
Evaluación inicial:

Fecha:

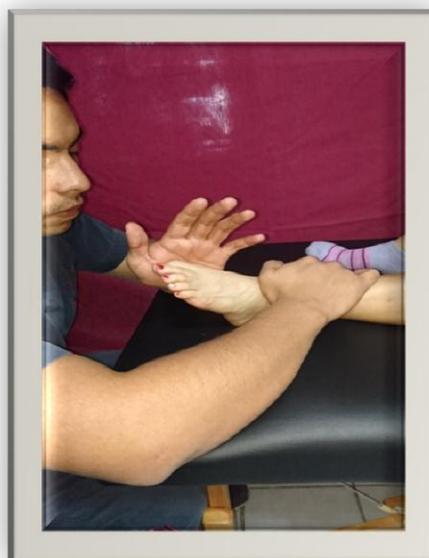
Plantiflexión	Dorsiflexión	Eversión	Inversión

FOTOS DE LOS EJERCICIOS EXCÉNTRICOS:

Dorsiflexión



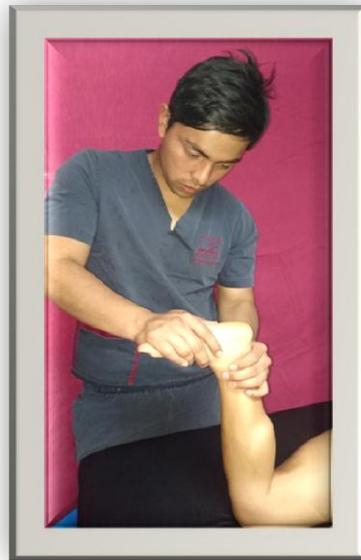
Inversión



Eversión

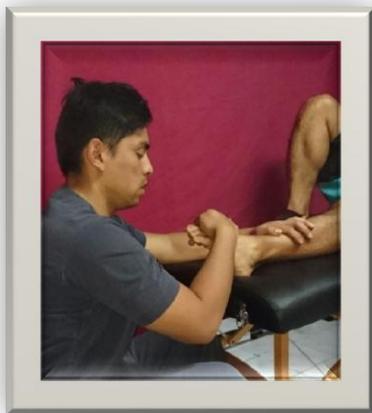


Plantiflexión



FOTOS DE LOS EJERCICIOS CONCÉNTRICOS:

Dorsiflexión



Inversión



Eversión



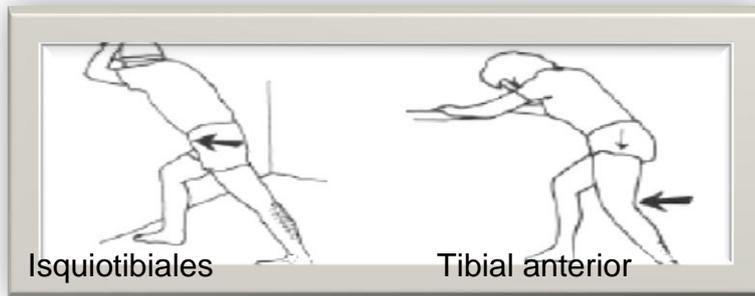
Plantiflexión



ESTIRAMIENTOS DINÁMICOS:

Gemelos

Sóleo



Isquiotibiales

Tibial anterior

Cuádriceps

