



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA  
FAMILIA

CENTRO NACIONAL MODELO DE ATENCION INVESTIGACIÓN Y  
CAPACITACIÓN PARA LA REHABILITACIÓN E INTEGRACION  
EDUCATIVA "GABY BRIMMER"

ESPECIALIDAD  
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

Aplicación de programa control postural de plataforma de estabilometría  
en bailarines con inestabilidad crónica de tobillo, en el CNMAICRIE  
"Gaby Brimmer"

PROTOCOLO DE TESIS  
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:  
MARÍA DEL ROCIO HUERTA TEUTLI

PROFESOR TITULAR  
DRA. MARIA VIRGINIA RICO MARTINEZ

JEFE DE ENSEÑANZA  
MTRA. DIANA ALICIA GAYOL MÉRIDA

ASESORES DE TESIS  
Asesora: Dra. América del Rocío Gonzalo Ugarte

Ciudad de México

2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

---

Introducción.....	4
1.Marco teórico.....	5
2. Anatomía.....	5
Ligamentos.....	8
Tendones.....	11
ArticulaciónTibioperoneo astragalina.....	12
Articulación Subastragalina.....	13
Inestabilidad crónica de tobillo.....	14
Esguince de tobillo.....	18
Factores contribuyentes.....	21
Plataforma HUBER 360®.....	23
Test Empleados.....	25
Antecedentes.....	28
3.Justificación.....	30
4.Planteamiento del problema.....	32
6.Objetivo General.....	32
Objetivos Específicos.....	33
7.Desarrollo metodológico.....	33
Criterios de inclusión.....	33
Variables.....	34
Descripción del estudio.....	36
Cronograma de actividades.....	38
Consideraciones éticas.....	39
Resultados.....	40
Discusión.....	44
Conclusiones.....	45
Anexos.....	46
Bibliografía.....	52



## Introducción

La Inestabilidad se define como la incompetencia de las estructuras articulares para mantener su relación anatómica durante la demanda mecánica de las actividades físicas habituales. La presencia de síntomas persistentes y mayor probabilidad de presentar un nuevo episodio de esguince, tras la lesión inicial, ha sido denominada inestabilidad crónica (IC) del tobillo [1].

El esguince de tobillo es una de las lesiones más comunes dentro de los padecimientos ortopédicos. El mecanismo más habitual de lesión es un mecanismo de inversión forzada del retropié, lo que ocasiona lesión del complejo ligamentario del tobillo. La mayoría de los pacientes con esguince agudo de tobillo pueden ser manejados con éxito con un tratamiento conservador. Sin embargo, entre el 30 y 50% de los pacientes sufren síntomas residuales que incluyen dolor crónico e inestabilidad articular.

Los dos factores que contribuyen, de forma aislada o conjuntamente, son la inestabilidad mecánica (IM) y la inestabilidad funcional (IF). Tropp [1] define la presencia de *Inestabilidad Mecánica* cuando el movimiento del tobillo excede el arco de movimiento articular fisiológico, objetivable radiológica o clínicamente, como resultado de cambios anatómicos tras el esguince inicial (laxitud ligamentosa, cambios degenerativos y alteración de la movilidad, con más frecuencia se produce una disminución de la flexión dorsal del tobillo). La *Inestabilidad Funcional* describe una situación que se presenta durante las actividades de la vida diaria y deportivas, donde el sujeto siente que la articulación del tobillo es inestable y generalmente se asocia con el temor de sufrir un nuevo episodio de esguince, la cual se ha relacionado con alteraciones en los patrones de activación muscular, estabilidad postural alterada y patrones de movimiento alterados durante la marcha y otras actividades funcionales [2].

La alta tasa de esguinces de tobillo sufridos durante las actividades de la vida diaria, los esfuerzos ocupacionales y en todos los deportes, así como la gravedad y las consecuencias negativas asociadas con el desarrollo de CAI motivan la atención para medidas preventivas contra este tipo de lesión. Los ejercicios para mejorar el control neuromuscular en sujetos con Inestabilidad crónica de tobillo se recomiendan ampliamente dentro de la literatura científica. [3-7].

El presente trabajo tiene como finalidad cuantificar la mejoría de la sintomatología reportada en bailarines quienes presentan Inestabilidad Crónica de tobillo posterior a la realización de un programa de entrenamiento de propiocepción y fuerza muscular pertenecientes al Centro Cultural Ollin Yoliztli, cambiando el paradigma del enfoque terapéutico hacia el preventivo, al evitar la recurrencia de lesiones.

El equipo médico HUBER 360® ha demostrado mejorar el control neuromuscular y el rendimiento general al entrenar los cuatro fundamentos del movimiento: postura y equilibrio, flexibilidad y movilidad, resistencia y refuerzo dinámico. El dispositivo ofrece ejercicios específicos para aumentar el rango de movimiento del usuario, la coordinación de movimientos, la fuerza, la resistencia y el equilibrio.

# Marco Teórico

## ARTICULACIÓN DEL TOBILLO

### ANATOMÍA [1]

El tobillo está conformado por la tibia, peroné, astrágalo y calcáneo, divididos en dos articulaciones la tibioastragalina y la subastragalina, que permiten la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión como se muestra en la Fig. 1.

La articulación tibioastragalina (Fig. 1) está compuesta por tibia, peroné y astrágalo. La articulación subastragalina está formada por el astrágalo y el calcáneo, que están separados del escafoides tarsal, cuboides y cuñas por la articulación mediotarsiana o de Chopart.

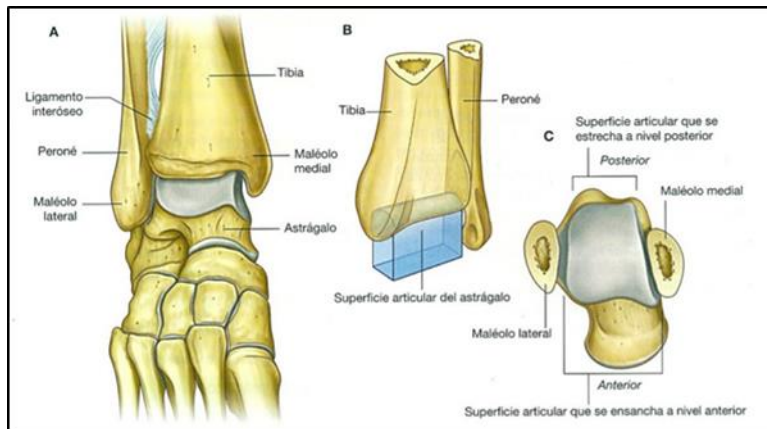


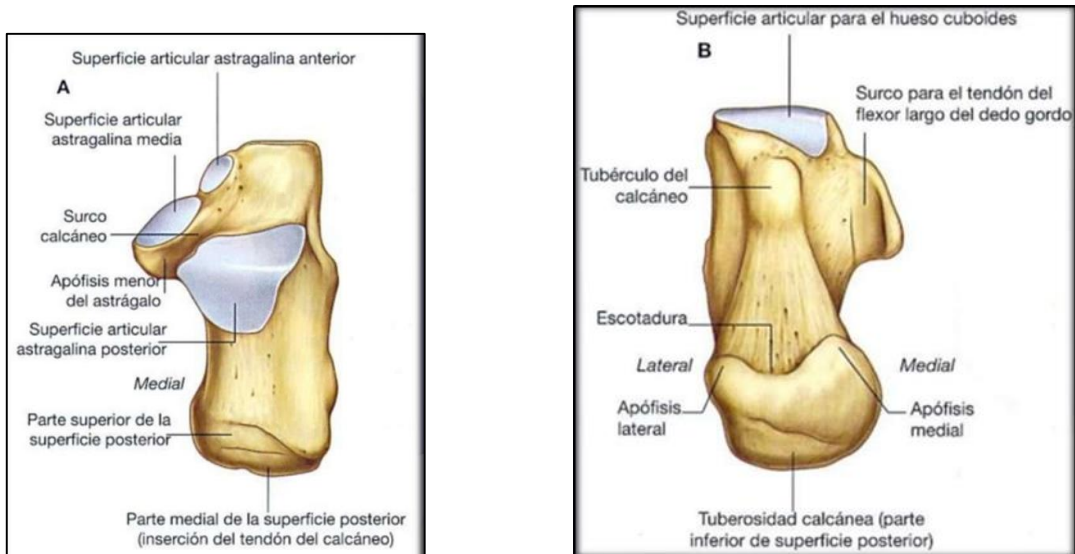
Fig. 1 Anatomía de articulación del tobillo

En la parte posterior el astrágalo, se divide en dos tubérculos, uno medial y otro lateral; son un buen marcador anatómico porque entre ellos transcurre el tendón flexor del primer dedo y, justo en el tubérculo lateral, se inserta el ligamento peroneoastragalino posterior. El cuello del astrágalo forma el techo del seno tarsiano y el piso la cara articular para el calcáneo, aquí se localizan los ligamentos astragalocalcáneo y cervical como se muestra en la Fig. 2.



Fig 2. Anatomía del astrágalo.

El calcáneo es el hueso más grande, largo y fuerte del pie. En la cara medial se identifica la apófisis menor del calcáneo (sustentaculum tali) como se muestra en la Fig. 3 (A), es el sitio de inserción de uno de los fascículos del ligamento deltoideo y por debajo de éste se localiza el tendón flexor del primer dedo en los cortes coronales Fig. 3 (B).



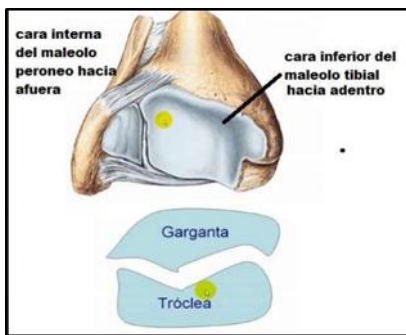
**Fig. 3 (A) Superficie articular astragalina anterior Fig. 3 (B) Superficie articular astragalina posterior**

### Superficies articulares

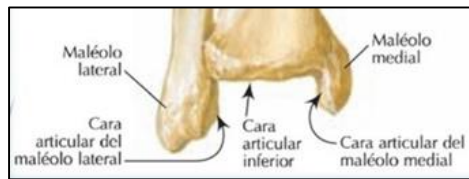
Los extremos distales de la tibia y el peroné (junto con la parte transversa inferior del ligamento tibioperoneo posterior) forman una mortaja maleolar (mortaja tibio peronea) en la cual encaja la tróclea del astrágalo, con forma de polea. La tróclea es la superficie articular superior redondeada del astrágalo. La cara medial del maléolo lateral se articula con la cara maleolar lateral del astrágalo. La tibia se articula con el astrágalo en 2 localizaciones:

1. Su cara inferior forma el techo de la mortaja maleolar y transfiere el peso del cuerpo al astrágalo.
2. Su maléolo medial se articula con la cara maleolar medial del astrágalo.

Como se mencionó anteriormente la articulación del tobillo se halla formada por la tróclea astragalina Fig. 4(A) y por la mortaja tibioperonea Fig. 4(B). Ambas poseen unas características anatómicas que condicionan la biomecánica de la articulación.



**Fig. 4 (A) Tróclea astragalina**



**Fig. 4 (B) Mortaja tibioperonea**

### Tróclea astragalina

La tróclea astragalina fig. 4(A) tiene forma de un segmento de cilindro de unos  $105^\circ$ . En el plano horizontal es de 4 a 6 mm más ancha por delante que por detrás. Debido a esta forma en cuña, los planos que pasan por sus bordes laterales son convergentes hacia atrás formando un ángulo abierto hacia adelante de unos  $5^\circ$ . Vista por su parte superior, la superficie de la tróclea es ligeramente acanalada, lo que contribuye a su estabilidad dentro de la mortaja.

En el plano longitudinal, las caras laterales son muy diferentes: la interna se halla poco desarrollada y su arco total es ligeramente inferior al de la externa. Esta última es mucho más amplia y su arco es superior; su radio de curvatura es mayor que el de la interna. Esta morfología hace que, cuando existe un movimiento de flexoextensión en el plano sagital, haya otro de aducción-abducción en el plano transversal.

### Mortaja tibioperonea Fig. 4 (B)

Por parte de la tibia intervienen 2 superficies articulares: la cara inferior de su extremo distal que, al igual que la tróclea astragalina, es más ancha por delante que por detrás, y la cara externa del maléolo medial para articularse con la cara interna del astrágalo. Por parte del peroné interviene la parte interna del maléolo lateral, que se articula con la carilla correspondiente del astrágalo.

El maléolo medial se halla poco desarrollado y su principal acción mecánica es mantener las fuerzas de tracción que le llegan a través del ligamento deltoideo mucho más potente y distal que el interno, y encaja con la amplia carilla articular del astrágalo. Trabaja a compresión impidiendo que el talón se derrumbe en valgo.

Como vemos, pues, la mortaja tibioperonea encaja exactamente con la tróclea astragalina. Tiene forma de un semicilindro de unos  $65^\circ$ , es decir, cubre más de la mitad de la superficie troclear, lo que confiere una gran estabilidad a la articulación.

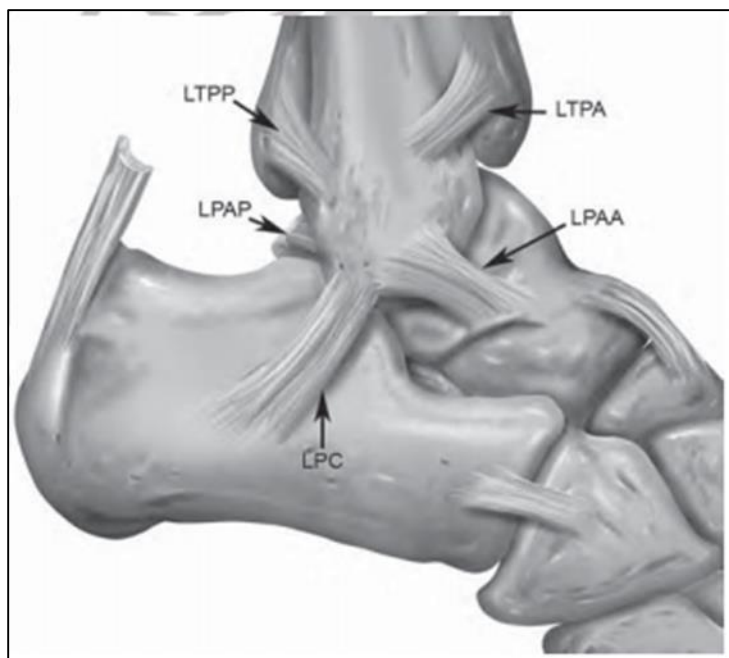
Independientemente de la morfología ósea comentada, que confiere al tobillo una gran estabilidad, existen también unas estructuras capsuloligamentosas que participan en la estabilidad de la articulación y que forman parte del mecanismo de aprehensión elástica del astrágalo dentro



de la mortaja tibioperonea. Según este concepto, el astrágalo quedaría encerrado en un círculo elástico con unos topes óseos: el pilón tibial, los maléolos y la articulación subastragalina. La cápsula y los ligamentos de la articulación tibioperoneoastragalina serían los responsables de dar elasticidad al conjunto.

## Ligamentos

Fibras densas de tejido conectivo especializado que unen dos huesos entre sí, las fibras están compuestas de colágeno tipo I en 85%, dispuestas en forma paralela y el resto está compuesto por otros tipos (III, VI, V, XI y XIV). La orientación de los haces en cada ligamento representa una función precisa y específica. Los ligamentos del tobillo están divididos en cuatro grupos: ligamentos colaterales mediales (tibiales), laterales (peroneos) como se muestra en la Fig. 5, los del seno del tarso y los tibioperoneos. [28,29]



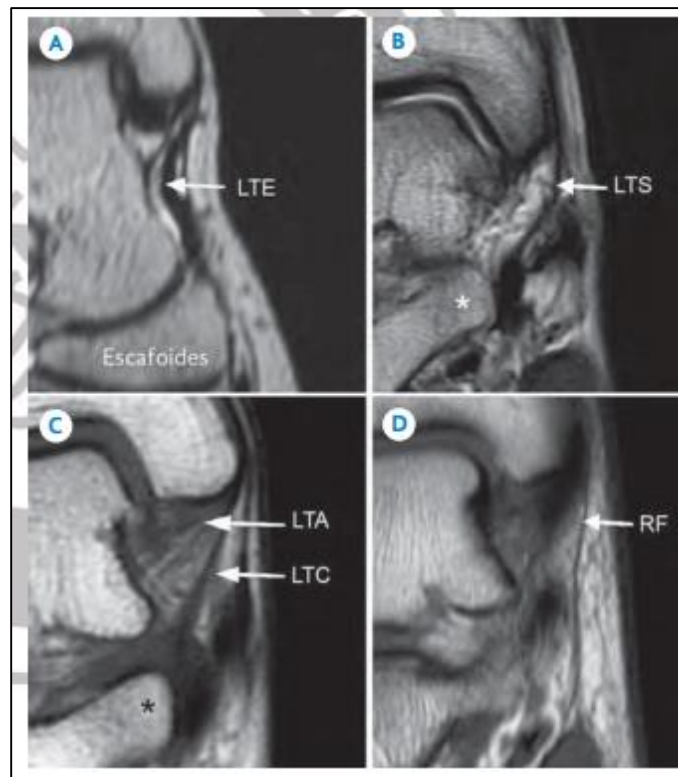
**Fig. 5 Esquema de los ligamentos peroneos y tibioperoneos . LTPP:ligamento tibioperoneo posterior, LTPA: ligamento tibioperoneo anterior, LPAP: ligamento peroneoastragalino posterior. LPAA: ligamento peroneoastragalino anterior, LPC: ligamento peroneocalcáneo.**

El *ligamento peroneoastragalino anterior* (Fig. 5) es el más débil , se identifica como una banda delgada de 20 mm de largo y de 2 a 3 mm de grosor [30]. Tiene origen en el margen anterior del maléolo lateral y se inserta en la región anterior del astrágalo a nivel del cuello [30]

El *peroneoastragalino posterior* (Fig. 5) es el más fuerte del compartimento lateral, tiene forma de abanico y patrón estriado, se origina en el extremo más distal del peroné, a nivel de la fosa retromaleolar, y se inserta en el tubérculo lateral del astrágalo. [30]

El *ligamento peroneocalcáneo* (Fig. 5) es extraarticular, se extiende del ápex del maléolo lateral y desciende verticalmente hacia un pequeño tubérculo en el calcáneo, en los cortes coronales se ve como una banda hipointensa, profunda y anterior a los tendones peroneos. [30]

Los *ligamentos colaterales mediales* (tibiales). integran el ligamento deltoideo. Fig. 6 (A-D). Es un complejo ligamentario fuerte, compuesto por tres ligamentos superficiales, que de anterior a posterior son: el tibioescafoideo (fig. 6 A), tibiospring (fig. 6 B), tibiocalcáneo (fig. 6 C) y uno profundo: el tibioastragalino (fig. 6 C). En conjunto tienen morfología triangular o de abanico, todos se originan en el maléolo tibial, ya sea en su tubérculo anterior o posterior, y sus inserciones son en cuatro sitios diferentes, todas son óseas como su nombre lo indica a excepción del tibiospring. Todos son profundos al tendón tibial posterior y al retináculo flexor ( fig. 6 D).[30]



**Fig. 6. Componente del ligamento deltoideo y retináculo flexor**

**A. Ligamento tibioescafoideo LTE B. Ligamento tibiospring LTS C. Ligamento tibiocalcáneo LTC y Ligamento tibioastragalino LTA. D. RF Retináculo flexor.**

El *ligamento tibioastragalino* (Fig. 6 C) es el ligamento más fuerte, su inserción proximal se inicia en la punta del tubérculo anterior del maléolo tibial y se extiende hasta el tubérculo posterior, se inserta en el tubérculo medial del astrágalo.[30]

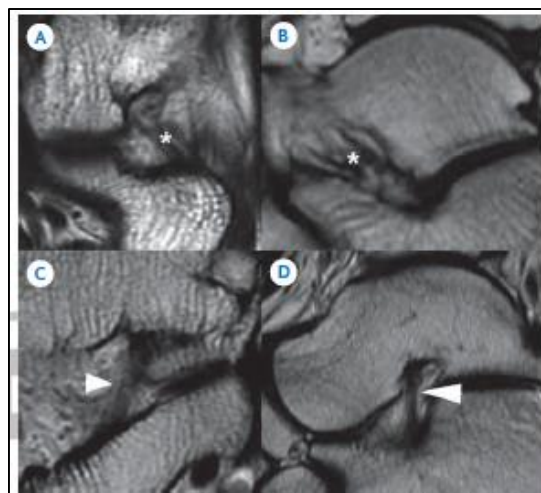
El *tibioescafoideo* (Fig. 6 A) se origina del borde anterior del tubérculo anterior del maléolo tibial y se inserta en la superficie medial del escafoides. [30]

El *ligamento tibiocalcáneo* (Fig. 6 C) se origina en el tubérculo anterior del maléolo tibial, descendiendo verticalmente y se inserta en el borde medial del sustentaculum tali.

El *ligamento tibiospring* (Fig. 6 B) se origina en la parte anterior del tubérculo anterior del maléolo tibial y sus fibras se insertan en el fascículo superomedial del ligamento Spring o planto calcaneoescafoideo.

Los ligamentos del *seno del tarsiano* Fig. 7 (A-D) son los *astragalocalcáneos*, corresponden con el ligamento astragalocalcáneo y el ligamento cervical, que son extracapsulares.

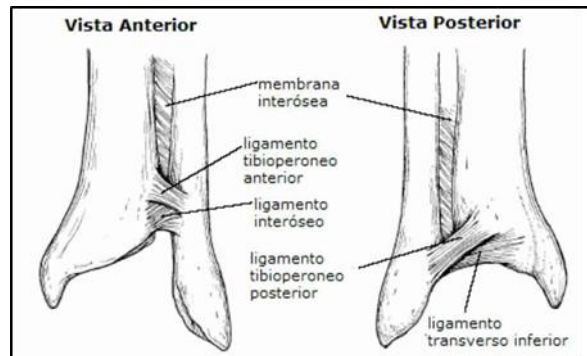
El *ligamento cervical* (Fig. 7 A-B). Se origina en el cuello del astrágalo a nivel del tubérculo inferolateral y se inserta en la superficie ventral y medial del calcáneo, es un ligamento aplanado cuya función es limitar la inversión.



**Fig. 7 Ligamentos del seno del tarso. A-B. Ligamento cervical(asterisco). C-D. Ligamento astrágalo calcáneo (flecha).**

El ligamento astragalocalcáneo (Fig. 7 C-D) es más pequeño e interno que el cervical, se localiza entre los surcos del astrágalo y el calcáneo como un tabique fino y oblicuo en los cortes coronales. Tiene un papel importante en la estabilidad de la articulación subastragalina.

Los ligamentos tibioperoneos (Fig. 8) anterior y posterior junto con los ligamentos intermaleolar y transversos, contribuyen a mantener la sindesmosis y las relaciones de la mortaja. Al conjunto se le llama complejo ligamentario sindesmótico tibioperoneo distal.



**Fig. 8 Ligamentos tibioperoneo**

### Tendones

La función primaria de los tendones es transmitir el movimiento de forma pasiva de un músculo en contracción a un hueso o fascia. Están compuestos de fibras de colágeno, elastina y reticulina que les confieren resistencia, elasticidad y volumen. Las fibras de colágeno dominan la composición del tendón, son onduladas y están orientadas de forma paralela. Los tendones del tobillo son trece y todos, a excepción del tendón de Aquiles, tienen una dirección vertical a nivel del tercio distal de la pierna, la cual cambia en el pie a horizontal creando así un sistema de poleas. Los recubrimientos de sinovial tienen dos localizaciones estratégicas, la primera en los sitios de mayor fricción y la otra en los sitios donde existe un cambio de dirección del tendón; el líquido sinovial facilita el deslizamiento.[28] Los tendones extensores (Fig. 9 A) ocupan el compartimento anterior y son el tendón tibial anterior, el extensor del primer dedo y el extensor común de los dedos.



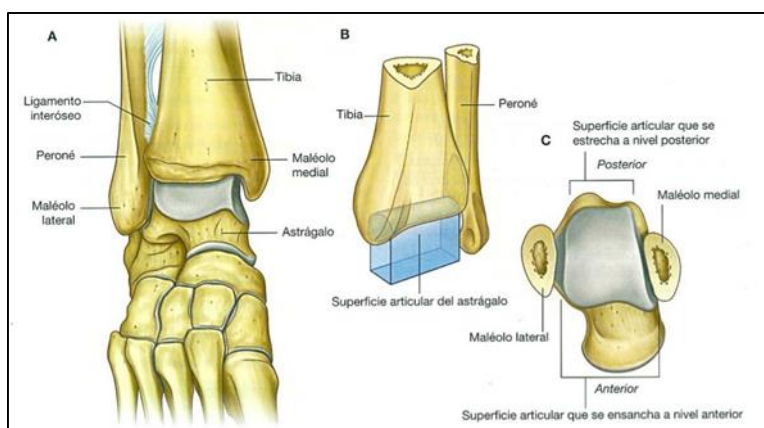
**Fig. 9 Reconstrucción volumétrica de los tendones por tomografía. A) Tendones Extensores. 1. Tibial Anterior 2. Extensor del primer dedo. 3. Extensor común de los dedos. B-C) Tendones Flexores. 4. Tibial Posterior, 5. Flexor común de los dedos. 6. Flexor del primer dedo 7. Tendón de Aquiles 8. Peroneo corto 9. Peroneo largo.**

Los flexores (Fig. 9 B-C) están divididos en tres compartimentos: *medial*, *lateral* y *posterior*. En el compartimento medial se encuentra al *tendón tibial posterior*, *flexor común de los dedos* y *flexor largo del primer dedo*; en el lateral al *peroneo corto y largo* y, por último, en el posterior se localiza el *tendón de Aquiles*.

Túnel tarsiano: es un espacio que se encuentra entre el retináculo flexor y el maléolo tibial por donde pasan los trayectos de los tendones flexores, el nervio tibial posterior, la arteria y la vena tibial posterior.

El retináculo flexor tiene una forma casi triangular, sus fibras tienen una orientación vertical, se extiende desde el maléolo medial hacia la superficie posterosuperior del calcáneo.

### Articulación tibioperonea astragalina [1]



**Fig. 10 Anatomía de la articulación tibioperonea astragalina.**

Tanto desde el punto de vista morfológico como funcional, se trata de una tróclea en la que las superficies articulares astragalinas encajan en la “mortaja tibio-peronea” constituida por las extremidades distales de tibia y peroné.

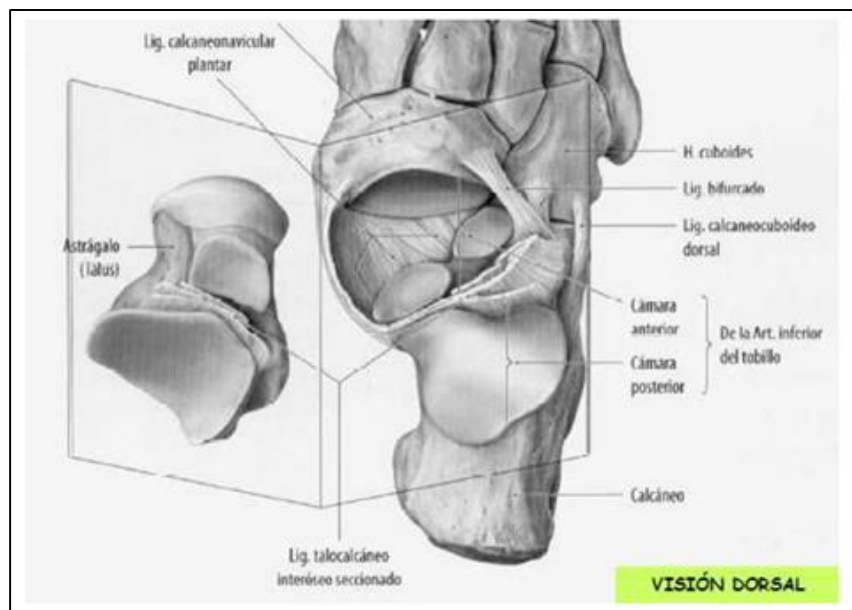
La superficie astragalina (Fig. 10) está constituida por 3 facetas yuxtapuestas: la proximal, con forma de polea más ancha ventral que dorsalmente; la lateral, de forma triangular de vértice inferior, y la medial, plana y separada de la proximal, como la lateral, por una superficie biselada.

La tibia se articula con la polea astragalina a través de una superficie cóncava; su borde posterior desciende más que el anterior, lo que le ha valido, en ocasiones, el nombre de maléolo posterior o tercer maléolo.

Se articula también con la superficie articular medial a través de la carilla articular que contiene el maléolo tibial. Caudal a él es frecuente la presencia de un hueso sesamoideo de aproximadamente 1 cm de diámetro situado en el espesor del ligamento tibio-calcáneo.

El peroné solo se articula con la carilla externa del astrágalo; el maléolo lateral desciende más que el tibial y presenta, posterior a la superficie articular, una fosa (no articular) que da origen al ligamento peroneo-astragalino posterior.

## Articulación subastragalina



**Fig. 11 Anatomía de articulación subastragalina**

Constituída por la articulación subastragalina posterior o talocalcánea por un lado y por la articulación talocalcánea anterior por otro lado (Fig. 11). Esta última parte pertenece a la articulación talocalcáneo- escafoidea, y constituye la parte medial de la articulación mediotarsiana. [31-32]

Las dos articulaciones talocalcáneas anterior y posterior tienen una mecánica común, como ilustra el hecho de que una artrodesis aislada de la articulación astragaloescafoidea suprime la movilidad casi total de la articulación subastragalina posterior [33]

Estas dos articulaciones subastragalinas anterior y posterior están separadas por un espacio extraarticular que contiene grasa, estructuras ligamentosas, vasos y terminaciones nerviosas. Este espacio se denomina seno del tarso en la literatura francófona. La literatura anglosajona distingue el seno del tarso (sinus tarsi) en forma de embudo en la cara lateral del espacio astragalocalcáneo prolongado por el canal del tarso (canalis tarsi), en forma de túnel, entre astrágalo y calcáneo. Se dirige en un plano horizontal hacia adentro y atrás siguiendo un ángulo de unos 45° [33].

Patología biomecánica del esguince de tobillo [31]

La posición del tobillo en el momento de la lesión suele determinar las estructuras que se lesionan en cada caso. Una inversión del tobillo con el pie en flexión plantar probablemente lesionará el Ligamento Peroneo Astragalino Anterior (LPAA), puesto que se encuentra tenso en dicha posición. Lo contrario suele ocurrir con el LPC (Ligamento Peroneo Calcáneo), que está relajado (por lo que normalmente no se lesiona en tales circunstancias). Las lesiones por inversión y flexión dorsal casi siempre rompen el LPC y el LPAA. Los estudios biomecánicos han demostrado que resulta prácticamente imposible lesionar el LPC sin dañar al LPAA. Las mayores series publicadas de reparaciones ligamentosas de tobillo han demostrado que el LPAA casi siempre está roto,

existiendo o no una ruptura del LPC. La forma ancha y plana del LPAA le hace más susceptible a la rotura que el LPC. Además, el LPC tiene una resistencia a la ruptura tres veces mayor que el LPAA.

Los músculos peroneos también proporcionan un apoyo dinámico importante al tobillo, cuando realiza movimientos de inversión forzada. En respuesta a los movimientos bruscos de inversión del tobillo y de la articulación subastragalina, la unidad músculo-tendinosa peronea normalmente se contrae. Los estudios realizados han demostrado que la actividad eléctrica de los músculos peroneos comienza a los 50-60 milisegundos de ocurrir una inversión inesperada de tobillo. Aunque algunos trabajos defienden lo contrario, la mayoría de autores ha demostrado un aumento del tiempo de reacción en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo, El tiempo que tardan las señales en llegar a la musculatura peronea y producir una contracción es de 70 milisegundos. Así pues, cuando el tobillo sufre una inversión brusca e inesperada, el tiempo que tardan los peroneos en ejercer su efecto protector es superior a 1/10 de segundo. Si los músculos peroneos se preactivan antes de la inversión forzada (mediante un acondicionamiento propioceptivo), dicho tiempo podrá disminuir de forma significativa.

La posición del retropié también juega un papel importante cuando el calcáneo se encuentra en varo durante la posición erecta, puesto que se aumentan mucho las fuerzas de inversión en la parte externa del tobillo. Lo mismo ocurre en los pacientes que tienen un desequilibrio entre el tibial posterior y los peroneos, que provocará un retropié varo dinámico durante la marcha.

La movilidad de la articulación subastragalina se hace en traslación y rotación, por lo que no puede ser definida mediante un solo eje. En caso de que hubiera un solo eje, éste iría desde una localización distal, interna y ligeramente dorsal hasta otra posterior, externa y ligeramente inferior. Al mover la articulación, dicha línea describiría una parte de la superficie de un cono cuyo vértice estuviera en el margen posterior del calcáneo.

Tanto la punta del peroné como la zona de inserción del LPC están en la superficie de dicho cono. Cuando se mueve la articulación subastragalina, el LPC se desplaza sobre la superficie del cono. Al permitir una inversión y eversión normales, el LPC da estabilidad al tobillo. Cualquier ligamento que conecte el peroné y el calcáneo en un trayecto que no sea el del LPC normal limitará la movilidad subastragalina.

## **INESTABILIDAD CRÓNICA DE TOBILLO**

### **Definición**

La inestabilidad se define como la incompetencia de las estructuras articulares para mantener su relación anatómica durante la demanda mecánica de las actividades físicas habituales.

El desarrollo de síntomas residuales, como la sensación subjetiva de "ceder" del tobillo y la lesión recurrente por inversión del tobillo se ha denominado inestabilidad crónica del tobillo (IC). [17]

Un gran estudio de cohorte indica que aproximadamente un tercio de los pacientes sufren de inestabilidad en el tobillo siete años después de su esguince de tobillo inicial [34]

Uno de los síntomas primordiales en esta entidad es la sensación referida por el paciente como "*giving away*" en idioma inglés, para fines de este trabajo realizaremos la traducción con la

palabra “ceder”, para definir esta sintomatología la cual se conceptualiza como la aparición regular de episodios no controlados e impredecibles de inversión excesiva del retropié (que generalmente se produce durante el contacto inicial durante la marcha o la carrera), que no producen un esguince del tobillo, siendo fundamental esta definición para diferenciarlo de la “sensación de inestabilidad de tobillo”, la cual se conceptualiza como la sensación de falta de seguridad y una percepción subjetiva de que el tobillo cede en su estabilidad articular, que puede presentarse durante las actividades de la vida diaria y las deportivas donde el sujeto refiere que la articulación del tobillo es inestable y generalmente se asocia con el temor de presentar nuevamente un esguince de tobillo [12]

Se argumenta que la sintomatología crónica experimentada es causada por lesiones estructurales o deficiencias neuromusculares. deficiencias. El objetivo de tratar adecuadamente la inestabilidad del tobillo es esencial para identificar las causas individuales que provocan el desarrollo de esta patología [35]

### **Factores de Riesgo**

Los dos factores que contribuyen, de forma aislada o conjuntamente al desarrollo de esta entidad son la inestabilidad mecánica (IM) y la inestabilidad funcional (IF).

#### **Inestabilidad mecánica**

Definida como un movimiento del tobillo más allá del límite fisiológico con una alteración de las propiedades elásticas de los ligamentos fijadores, especialmente los fascículos tibio peroneo astragalinos. Como causas se incluyen la laxitud cápsulo-ligamentosa patológica, cambios artrocinemáticos y/o degenerativos articulares y la irritación de la sinovial. Suele afectar a las articulaciones tibioperoneo-astragalina, subastragalina y/o peroneo-tibial distal [36].

#### **Inestabilidad Funcional**

Se define como la sensación subjetiva de desequilibrio del tobillo, debido a un déficit propioceptivo y neuromuscular; según la clásica distinción de Freeman et al [37].

Según la revisión realizada por Latouche, Escalante y Martín los déficits neuromusculares resultantes de la lesión, facilitan la aparición de recidivas, ya que la lesión estructural no sólo ocurre en los ligamentos, sino también en el nervio y en el tejido músculo-tendinoso, pudiendo provocar numerosas alteraciones asociadas.

Estas alteraciones se manifiestan en una distribución más desigual del peso corporal a lo largo del área de apoyo, en los tobillos lesionados con respecto a los sanos, pudiendo predisponer a una mayor recurrencia lesional.

Es descrita por el paciente como una tendencia del tobillo a “ceder” durante las actividades normales [17,39].

Así la Inestabilidad crónica es un término generalizado utilizado para clasificar un sujeto con inestabilidad mecánica y funcional de la articulación del tobillo.



Para ser clasificado como esta entidad los síntomas residuales “ceder” y la inestabilidad de la articulación del tobillo) deben estar presentes por un mínimo de 6 de meses de la ocurrencia de un esguince inicial.

#### Clínica

Las razones por las que el paciente consulta más frecuentemente suelen ser, o bien una sensación de inseguridad y molestia permanente junto a alteraciones mecánicas de la articulación como bloqueos, chasquidos o clics; o bien puede únicamente estar asociado a episodios agudos de esguinces recurrentes, en su mayoría por mecanismos de inversión forzada de poca intensidad, que se presentan con tumefacción, dolor y la impotencia funcional propia de éstos.

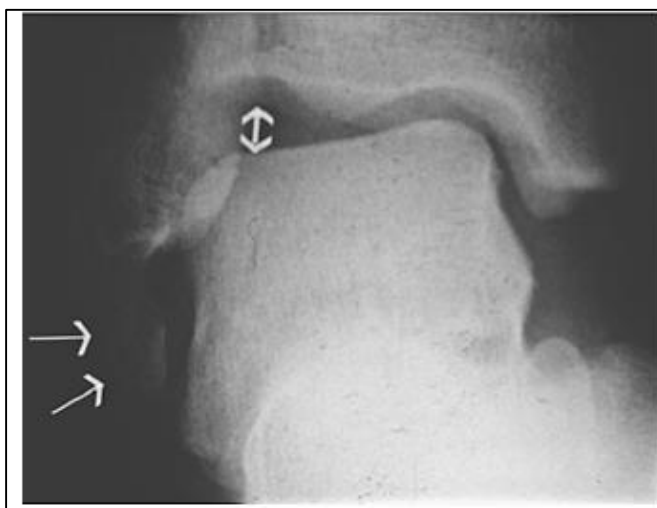
#### Exploración Física

Se observará frecuentemente cierta hipersensibilidad con tumefacción en la región de la cápsula y los ligamentos anterolaterales. Se debe comprobar la movilidad articular de la articulación tibioastragalina, y subastragalina. Además, es importante evaluar la existencia de varo de retropié el cual es factor de inestabilidad de tobillo incluso sin laxitud [36].

Los signos encontrados durante la exploración pueden ser mucho más sutiles que los típicos de las lesiones agudas, con mínima equimosis y tumefacción. La laxitud ligamentosa es más fácilmente explorada en pacientes con lesiones crónicas, ya que tiende a existir menos dolor. La laxitud se objetiva con la maniobra del cajón anterior y la de la inclinación del astrágalo [40].

#### Exploración por Imagen

Las radiografías en estrés se han considerado la prueba de mayor valor para la detección de la inestabilidad mecánica. La cual está presente cuando el bostezo es mayor de  $10^\circ$  o la diferencia entre el lado afectado y el lado sano es mayor de  $6^\circ$ . Este tipo de proyecciones se realiza forzando la postura del tobillo manualmente o incluso con el mismo paciente forzando de manera activa y en carga un varo controlado [40].Fig. 12.



**Fig. 12 Osificación del complejo ligamentoso externo en un tobillo inestable.**

La resonancia magnética nuclear (RMN) es de gran ayuda en ocasiones para estudiar el estado del complejo ligamentoso, y es especialmente útil para evidenciar lesiones concomitantes causantes de dolor crónico de tobillo. Estas lesiones pueden confundir nuestro diagnóstico e incluyen entidades como las lesiones condrales, edemas óseos, fracturas radiográficamente ocultas, patologías del seno del tarso, tendinopatías periarticulares, fenómenos degenerativos, y/o procesos de “impingement” de cualquier tipo. Estudios recientes [41] afirman que la RMN posee una especificidad muy alta para la lesión ligamentosa propia de la inestabilidad crónica de tobillo pero en contraposición su sensibilidad es baja, por lo que frente a un paciente sintomático con una resonancia negativa, ésta debe ser revisada cuidadosamente.

### Tratamiento

Se debe de valorar de forma individualizada que tipo de tratamiento será el más adecuado a cada caso. Todos ellos irán dirigidos a combatir el dolor, la sensación de inseguridad, y cualquier tipo de alteración intraarticular que pueda ayudarnos a prevenir episodios de inestabilidad y/o cambios artrósicos a largo plazo.

El tratamiento conservador sigue un paradigma de actuación sobre los mecanismos fisiopatológicos de la inestabilidad crónica para brindar el manejo desde su causa más que desde sus efectos. Se basa en diferentes modalidades de ejercicios que incluyen el entrenamiento propioceptivo, el fortalecimiento y estiramiento de grupos musculares.

El entrenamiento propioceptivo específico mediante ejercicios asistidos sobre superficies y plataformas especiales como el plato de Böhler o Freeman devuelve al tobillo la capacidad inconsciente de evitar posicionamientos que pudieran hacerlo más vulnerable a mecanismos forzados de inversión.

En el estudio de Urgüden y cols. [42], se evaluó la capacidad de corregir la atrofia muscular, la pérdida propioceptiva, y el enlentecimiento del arco reflejo alrededor del tobillo tras esguinces de tobillo en pacientes con una inestabilidad crónica. Concluyen que el fortalecimiento de los músculos que atraviesan el tobillo mediante ejercicios de rehabilitación y propiocepción completos y protocolizados permitía al paciente retomar su vida diaria y deportiva sin necesidad de ninguna cirugía, sobre todo en casos de inestabilidad funcional.

Cuando las medidas conservadoras resultan insuficientes para solucionar la inestabilidad del tobillo debemos optar por la alternativa quirúrgica. El grupo de pacientes que generalmente necesitan cirugía suelen ser los deportistas, tanto amateurs como profesionales, con una marcada inestabilidad mecánica y/o funcional, y aquellos que comienzan a presentar signos de degeneración artrósica.

## LESIONES EN LA DANZA

La incidencia de lesiones en bailarines varía de 40% a 84%, según Jacobs, Hincapie y Cassidy, causadas principalmente por un bajo condicionamiento cardiovascular, hipermovilidad articular, desviación postural, alteración en el centro de equilibrio del cuerpo [43].

En un estudio sueco, el 95% de los bailarines profesionales sufrieron al menos una lesión durante un período de estudio de 1 año [44]. El pie y el tobillo son las áreas con lesiones más frecuentes en los bailarines, con tasas significativamente más altas reportadas en bailarinas de ballet [45].

Un estudio realizado con bailarines amateurs, muestra que, por cada 1000 horas de entrenamiento, la incidencia de lesiones diagnosticadas fue de 0,62 a 5,6 lesiones por bailarín [43], teniendo en cuenta que la demanda técnica de un bailarín profesional es aún mayor, se considera que este número aumenta drásticamente en el ámbito profesional.

A pesar de tener un entrenamiento tan intenso como los atletas de élite, los bailarines profesionales no reciben la misma asistencia en cuanto a la prevención de lesiones, la preparación técnica y la fisioterapia, especialmente en la aparición y el tratamiento de las lesiones.

La Asociación Internacional de Medicina y Ciencia de la Danza (IADMS) ha estado tratando de organizar algunas preguntas metodológicas y científicas de investigación que involucran al baile, sugiriendo algunas directivas y permitiendo que los estudios futuros puedan realizarse con mayor rigor científico.

Trabajos como Gamboa et al [43] y O'Halloran et al muestran que un entrenamiento de propiocepción, asociado a una mejora en el control postural y la estabilidad articular, puede contribuir potencialmente a disminuir el riesgo de lesiones en bailarines semiprofesionales como una forma de minimizar el riesgo de lesiones y mejorar la estabilidad funcional del tobillo, O'Halloran et al sugieren la adición de actividades propioceptivas centradas en el control postural, para los bailarines profesionales como aficionados.

## ESGUINCE DE TOBILLO

### Definición

El esguince de tobillo se define como la lesión de los tejidos conectivos estabilizadores del tobillo (cápsula, ligamentos), por un movimiento forzado de torsión más allá de los límites normales articulares. Engloba desde una mínima distensión hasta la ruptura completa de estos tejidos [46].

De la población general activa, aproximadamente el 30 % de los que sufren un esguince lateral de tobillo pueden referir síntomas de dolor e inestabilidad más allá de un año después de la lesión.

Clasificación según severidad de la lesión[46]. Cuadro I

GRADO	DATOS CLÍNICOS Y ANATOMOPATOLÓGICOS
I	Lesión parcial de un ligamento sin pérdida funcional o con limitación leve (ejemplo: el paciente es capaz de caminar con apoyo total y dolor mínimo). Edema e inflamación leve, no existe inestabilidad mecánica (examen clínico negativo) y las fibras del ligamento están distendidas pero intactas.

	Lesión microscópica.
II	Lesión incompleta de un ligamento, dolor y edema moderados. Con discapacidad funcional moderada, equimosis leve o moderada, edema sobre las estructuras afectadas, limitación parcial de la función y el movimiento ( el paciente tiene dolor cuando apoya o camina. Inestabilidad de leve a moderada al examen clínico de inestabilidad unilateral con datos positivos leves. Algunas fibras del ligamento están parcialmente desgarradas. Lesión parcial.
III	Lesión completa y pérdida de la integridad del ligamento, edema sever (más de cuatro centímetros por arriba del peroné), equimosis severa. Pérdida de la función y el movimiento ( el paciente es incapaz de caminar y apoyarse). Inestabilidad mecánica (examen clínico de inestabilidad con datos positivos de moderado a severo). Los ligamentos están completamente desgarrados y no son funcionales. Lesión total (ruptura).
IV	Luxación de la articulación; en el servicio de traumatología se decide si es necesario el manejo quirúrgico.

#### Mecanismos fisiopatológico [47]

A. Por inversión: el mecanismo de lesión más frecuente es la torsión del tobillo en inversión y flexión plantar. El ligamento que con mayor frecuencia se desgarras es el lateral externo y sobre todo su haz peroneoastragalino anterior. Pueden asociar lesiones capsulares, de la vaina de los tendones peroneos o fracturas por desinserción.

B. Por eversión: El esguince interno es más raro, debido a que es un movimiento limitado por el tope del maléolo externo y por la gran consistencia del ligamento deltoideo. Se debe descartar en este caso lesiones asociadas como fractura del peroné distal (maléolo) o proximal (cuello o "maissonneuve") e incluso del astrágalo (cúpula y apófisis lateral).

#### Clínica y diagnóstico [46]

a) Anamnesis: es importante interrogar sobre el mecanismo lesional y circunstancias del accidente. Conviene indagar acerca de los signos funcionales que siguen al traumatismo: edema, tumefacción y hematoma.

La tumefacción pre y submaleolar a los pocos minutos, un crujido audible y las sensaciones de desgarras, dislocación o derrame intraarticular sugieren esguince grave.

b) Exploración física: Transcurridas unas horas del traumatismo, la exploración pierde utilidad, ya que el edema y hematoma se difumina. Se debe hacer una inspección y palpación sistemática de relieves óseos (escafoides, maléolos, base del 5º metatarsiano, articulación calcaneocuboidea), ligamentos y de la sindesmosis. Seguidamente evaluaremos la estabilidad del tobillo mediante pruebas dinámicas:

- Cajón anterior: Con la rodilla flexionada 90° y con el pie en posición neutra, se tracciona calcáneo hacia delante, manteniendo la tibia fija con la otra mano. Es positiva cuando la traslación es superior a 10 mm. Sugiere lesión de la cápsula anterior y del LPAA.

- Estrés en varo-valgo: Para valorar la lesión del LPAA y LPC se invierte el talón, sujetando la planta del pie y fijando el 1/3 distal de la tibia. Observaremos la existencia o no de resistencia y la posible aparición de surco bajo el astrágalo. Es indicativa por encima de los 10° de varo. Del mismo modo, excepto que se evierte el talón, exploraremos el ligamento deltoideo.

Exploración de la sindesmosis:

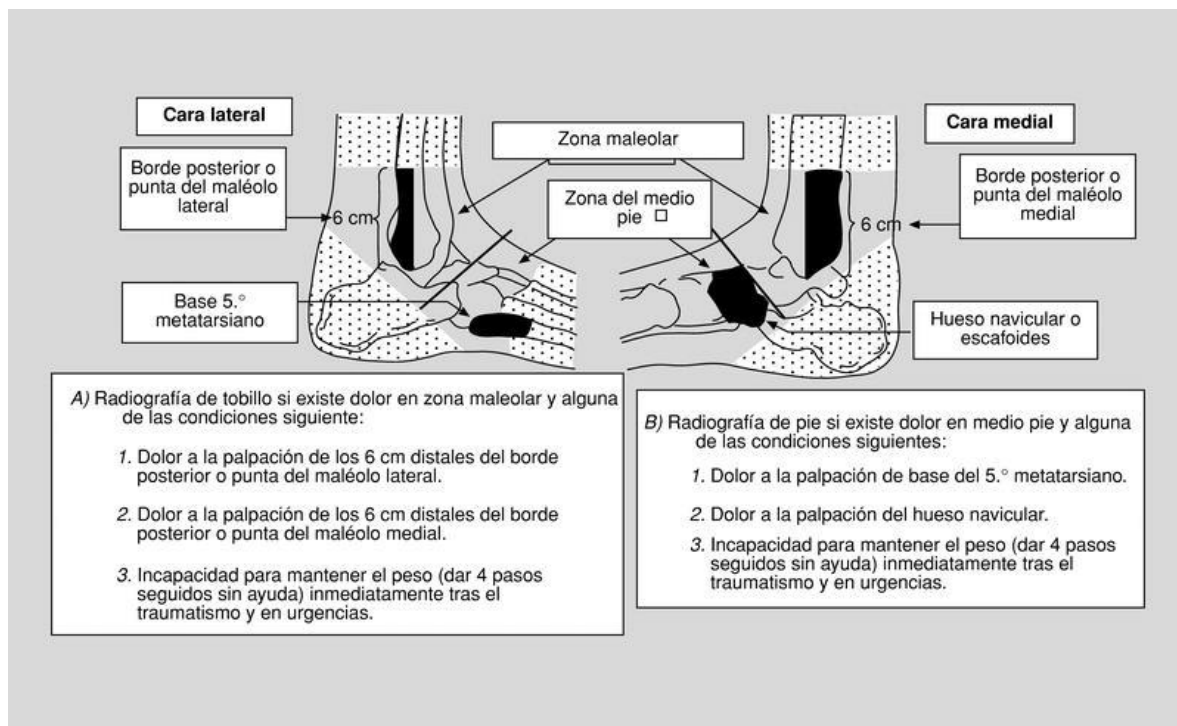
-Clunk test: Con rodilla en flexión de 90°, con la tibia fija, se rota el retropié en sentido medial y lateral, sin inversión ni eversión. La aparición dolor sugiere lesión de la sindesmosis.

- Prueba de compresión o Squeeze test: Comprimiendo el peroné contra la tibia en el 1/3 medio-proximal de la pierna.

Exploraciones complementarias:

- Radiografía con proyección anteroposterior, lateral y anteroposterior con el pie en rotación interna de 15 a 20 grados (valorar mortaja tibioperonea). En caso de sospecha o riesgo de fractura según las Reglas de Ottawa [48]. Cuadro 2.

Reglas de Ottawa. Cuadro 2.



## Complicaciones

Un antecedente de esguince de tobillo anterior es el mayor factor de riesgo para presentar un nuevo evento. El mecanismo lesional más frecuente del esguince lateral de tobillo consiste en una flexión plantar forzada, una inversión del tobillo y una ligera rotación interna mientras el centro de gravedad del cuerpo gira pivotando sobre el tobillo. Este movimiento implica un estrés máximo para las fibras de todo el complejo lateral, pero en especial para el ligamento peroneo astragalino anterior (LPAA). [48]

Los esguinces de grado II y III con afectación o no del ligamento peroneo astragalino posterior (LPAP) y de la cápsula articular, son los que más frecuente podrán dar lugar a una inestabilidad de tobillo. [48]

## Tratamiento

Hay pocos estudios sobre las distintas modalidades de rehabilitación en el esguince agudo, pero sí hay acuerdo en que el ejercicio, iniciado precozmente, constituye la mejor opción terapéutica.

La mayoría de los esguinces agudos tienen buen pronóstico, independientemente de su gravedad y del tipo de tratamiento. Sin embargo, entre el 20-40% de los pacientes continuará con síntomas (dolor, fallos, inflamación) persistentes por varios meses [49].

En una revisión [11], que incluye 31 estudios clínicos (observacionales y aleatorizados controlados), acerca del curso clínico del esguince agudo tratado convencionalmente, los autores concluyen que entre el 5-33% de los pacientes presentan dolor e inestabilidad subjetiva al año de la lesión. Del 36 al 85% presentan recuperación completa a los 3 años de seguimiento. En este mismo periodo un 34% de los pacientes informan, al menos, de un nuevo esguince. El tratamiento convencional, en los distintos estudios, presenta pequeñas diferencias. La gran heterogeneidad de los resultados se debe a los distintos métodos empleados en su medición.

## Factores contribuyentes

La inestabilidad es la causa más frecuente de dolor crónico [50]. Aunque su mecanismo de producción no está claro se han identificado varios factores de riesgo que pueden contribuir a su aparición. Algunas de estas causas son las siguientes determinadas por los factores contribuyentes mencionados posteriormente.

- Cicatrización del ligamento en una posición elongada después de un esguince.
- Debilidad de los músculos peroneos.
- Lesión no diagnosticada del ligamento.
- Hiperlaxitud articular.
- Pérdida de la propiocepción del pie por afectación de los mecanorreceptores en los ligamentos, lo que lleva a una disfunción del reflejo de estabilización del tobillo, que puede ser traumática o neurológica.
- Disfunción del nervio peroneo

Varios estudios han evaluado el sentido de la posición articular de la articulación del tobillo, la inversión en todos los estudios indica que los sujetos con Inestabilidad funcional tienen deficiencias al referir la posición activa articular. [51-54].

Freeman y cols [38] fueron los primeros en describir, en 1965, alteraciones de la estabilidad postural en pacientes con inestabilidad crónica. Los autores sugieren que aparece como consecuencia de la lesión, en el esguince inicial, de los mecanorreceptores de los ligamentos del tobillo. Basándose en esta hipótesis se describieron ejercicios que mejorasen la coordinación para obtener una respuesta propioceptiva adecuada en pacientes que se recuperan de un esguince de tobillo.

El trabajo específico de propiocepción, según Freeman [37-38] es la práctica de ejercicios que estimulen los receptores fusiformes que se encuentran en los mecanorreceptores capsulares, con el objetivo de establecer las conexiones talámicas, son centros de la toma de conciencia postural, para restaurar el ajuste y control de la actividad muscular tras la lesión, evitando así posibles recidivas.

La alteración en la percepción de la posición activa articular, es otro factor presente de forma frecuente en aquellos pacientes con inestabilidad crónica de esta articulación [55]. Numerosos trabajos han demostrado también alteraciones en la capacidad para mantener el equilibrio durante el apoyo unipodal en sujetos que han sufrido esguinces [38,56].

Elis y cols [57], quien estudió a 30 pacientes con inestabilidad funcional crónica de tobillo, a los que distribuyó aleatoriamente en un grupo control (sin tratamiento) y uno de intervención, el cual siguió un entrenamiento propioceptivo de 6 semanas de duración. Se valoraron al comienzo y final del estudio en ambos grupos las variables siguientes: sentido de posición articular, control postural y tiempo de reacción muscular ante una inversión repentina. Tras el periodo de entrenamiento, se observaron mejoras significativas en el sentido de la posición articular y en el control postural en los sujetos del grupo de intervención, así como una mejora en los tiempos de reacción muscular.

Victoria M. Clark y Adrian M. Burden [58] lograron reducir el tiempo de activación del tibial anterior y del peroneo lateral largo en sujetos con antecedentes de al menos 3 esguinces de tobillo en los dos últimos años previos al estudio, en relación al grupo control, mediante un programa de entrenamiento propioceptivo de 4 semanas de duración.

## CONTROL POSTURAL

El déficit en el control postural es reconocido ampliamente en sujetos con inestabilidad crónica de tobillo [66-67] Estos déficits posturales son secundarios a la combinación de un control muscular deficiente y alteraciones de la propiocepción [18].

El control postural deteriorado es frecuentemente evidente en sujetos que presenta un esguince agudo como en pacientes que presenta eventos de repetición [59,60].

Para que haya un control motor adecuado es precisa la integridad de los receptores cutáneos, articulares y músculotendinosos.

En un principio, los déficits en el equilibrio y el control postural se mostraban solicitando al paciente realizar la bipedestación con apoyo en una sola pierna.

Esta prueba estática se ha complementado con el uso de pruebas más dinámicas, como la prueba de equilibrio de la excursión en estrella (SEBT por sus siglas en inglés) [61-62] el tiempo de estabilización (TTS, por sus siglas en inglés) y el índice de estabilidad postural dinámica recientemente desarrollado, todos los cuales han mostrado déficits de control postural en sujetos con Inestabilidad crónica de tobillo.

Usando el SEBT Olmsted y cols [63] encontraron que los sujetos con inestabilidad funcional tenían un alcance significativamente menor en comparación con los controles no lesionados o su lado no afectado.

Ross y cols [64] plantearon la hipótesis de que este mayor tiempo de estabilización podría dejar la articulación del tobillo vulnerable a una lesión recurrente debido a la incapacidad de ejecutar correctamente las técnicas de aterrizaje adecuadas.

#### DISMINUCIÓN DE LA FUERZA Y TIEMPO DE RESPUESTA REFLEJA MUSCULAR

El tiempo de respuesta muscular es un elemento esencial para la protección articular especialmente en actividades deportivas que requieren una acción muscular rápida y coordinada. En el tobillo los músculos peroneos son los primeros que se contraen en respuesta a un movimiento forzado en inversión, para controlar la estabilidad dinámica del tobillo. Varios estudios [65] sobre estabilidad postural, estática y dinámica y tiempo de respuesta refleja de los músculos peroneos y tibial anterior observan déficits significativos, con tiempo de respuesta refleja alargados y alteración de la estabilidad, en tobillos funcionalmente inestables. Santilli y Frascarelli (2005) recomiendan un programa de ejercicios para reentrenar la coordinación de estos músculos

En el paciente con IC, donde parecen intervenir factores neuromusculares, funcionales y mecánicos, el objetivo es evitar la recidiva del esguince. El papel de cada uno de estos factores ha sido y sigue siendo objeto de numerosos estudios. Se han propuesto una amplia variedad de ejercicios y programas con tabla oscilante, entrenamiento de la coordinación y fortalecimiento muscular regional. Algunos autores, sobre todo en medios deportivos, consideran efectivo el entrenamiento del equilibrio, propiocepción y fortalecimiento muscular como parte de un programa integral de prevención y tratamiento de la inestabilidad crónica de tobillo. [85-89]

#### PLATAFORMA HUBER 360®

##### Definición

Es una herramienta de evaluación y rehabilitación neuro-muscular. Cuenta con una plataforma motorizada multiteje equipada con sensores de fuerza integrados en la plataforma y manijas (fig. 13). Se puede realizar prescripción de una serie de programas, que proporcionan informes completos de evaluación y análisis de progreso. La plataforma puede utilizarse para trabajar la flexibilidad y la movilidad, el fortalecimiento dinámico, la postura, el equilibrio y la resistencia.[66]





Figura 13 Componentes de la plataforma HUBER 360®

#### Descripción

Plataforma motorizada multieje HUBER 360® con sensores de fuerza (fig. 14) incorporados en la plataforma y las manijas. El tratamiento se divide en cuatro aspectos fundamentales de movimiento: flexibilidad y movilidad, fortalecimiento dinámico, postura-equilibrio y resistencia. El corrector postural dinámico permite un entrenamiento preciso y progresivo, mientras la plataforma motorizada multieje moviliza las articulaciones en todos los planos de movimiento. [67]



Figura 14. Sensores de fuerza en la plataforma HUBER 360®

La retroalimentación en la pantalla (fig. 15) ayuda a controlar la fuerza y la dirección para un mejor reclutamiento. Por su parte, la plataforma de fuerza estática y dinámica mejora la postura en los juegos de equilibrio. [66]



Figura 15. Pantalla de la plataforma HUBER® 360

El dispositivo es una plataforma motorizada ovalada, que realiza movimientos oscilantes y giratorios de amplitud y velocidad variables. Incluye un sistema de asa equipado con sensores de fuerza. La plataforma interfiere con el equilibrio del sujeto, que debe ajustar continuamente su postura ejerciendo esfuerzos de empujar y tirar con los brazos. Más específicamente, el dispositivo proporciona adaptación postural y muscular con retroalimentación visual.[66]

Un conjunto de cuatro programas para cuatro niveles diferentes de uso permite que el sistema se adapte a varios perfiles de usuario.

La capacitación en el sistema HUBER 360® modifica los parámetros relacionados con el equilibrio estático y la función muscular acorde a Couillandre y cols (2008) [24]. La oscilación del centro de gravedad avanza en una posición de inclinación máxima hacia atrás, lo que sugiere una reorganización postural y la transferencia de peso en la parte delantera del pie. Los sujetos también se vuelven más estables en la postura de inclinación máxima hacia adelante, objetivos primarios dentro del programa de rehabilitación de pacientes con inestabilidad de tobillo.

Asimismo se obtendrán mejoras en la fuerza de los cuádriceps y los músculos erectores de la columna posterior al entrenamiento con la plataforma. La combinación de diferentes posturas durante los ejercicios probablemente contribuye al desarrollo de los diversos potenciales funcionales del sistema locomotor mejorando la estabilidad estática y dinámica en sujetos con inestabilidad crónica de tobillo. [24]

La aplicación de este dispositivo en sujetos en riesgo de caídas parece ser particularmente interesante, debido a los objetivos mencionados con anterioridad.

## TEST EMPLEADOS

### Cuestionario de Cumberland para Inestabilidad de Tobillo

Compuesto por 9 preguntas que poseen opciones múltiples relacionadas con diferentes síntomas presentes en la Inestabilidad Crónica de Tobillo como son el dolor de tobillo, la inestabilidad durante las actividades diarias, la actividad física y la respuesta del tobillo ante estos episodios de inestabilidad. La suma del puntaje puede ir de 0 (inestabilidad severa) hasta 30 puntos (estabilidad completa) como se muestra en el Apéndice I. Acorde al estudio de Rodríguez-Fernández y cols se reporta una confianza interobservador de 0.94-0.97 [68].

### -Valoración de equilibrio

#### Equilibrio Estático

El sistema de puntuación de error de equilibrio (BESS) (fig. 16) por sus siglas en inglés es una medida del equilibrio estático se valoran 6 diferentes condiciones de apoyo con los ojos cerrados, consta de 3 posturas: postura de apoyo en 2 piernas, postura de apoyo en una sola pierna y postura de tándem [69]. Se realizarán las posturas en superficie firme y sobre espuma, con las manos en las caderas y los ojos cerrados [70]. Se llevará a cabo una prueba de práctica para cada condición para garantizar la técnica adecuada. La duración de cada prueba es de 20 segundos, se considerará un error levantar las manos de las crestas ilíacas; abrir los ojos; pisar, tropezar, o caer; realizar abducción de 30 °; elevación del antepié o talón; o permanecer fuera de la posición de prueba durante más de 5 segundos [70]. La mayor puntuación para cada cada posición fue de 10. La prueba debe ser completada 2 veces para comparar la extremidad sana contra el miembro afectado. Durante la primera prueba, el paciente deberá pararse sobre el pie sano y llevar la extremidad hacia atrás en el apoyo en tándem. En el segundo test el paciente deberá pararse sobre el pie afectado durante el apoyo monopodálico y este pie deberá colocarse atrás en el apoyo en Tándem. La prueba BESS ha mostrado una validez interobservador entre 0.78 y 0.96. [70]



Fig. 16 TEST Puntuación de Error de equilibrio (BESS)

## Equilibrio Dinámico

Se utilizará la prueba de equilibrio de excursión en estrella o Star Excursion Balance Test (SEBT por sus siglas en inglés) con una serie de pruebas de equilibrio unilateral en las que se indicará al participante que se pare en una de las extremidad inferiores mientras alcanza una distancia máxima con la otra extremidad la cual reporta una alta confianza interobservador de (0.81-0.93) e intraobservador de (0.82-0.96) [71]. Se realizará en 3 ocasiones y como medida final se utiliza el promedio de las 3 repeticiones llevadas a cabo. Se descartan aquellas repeticiones en que el pie de apoyo se mueva para alcanzar más distancia; se levante el pie de apoyo al realizar la medición o se pierda el equilibrio. Para iniciar la prueba se ubica la extremidad a evaluar en el centro de la figura, los investigadores [72] han mostrado redundancia en las 8 direcciones descritas originalmente en el SEBT.

Para evitar esta redundancia, utilizaremos una versión modificada del SEBT con solo 3 direcciones (anterior,[A] posterolateral [PL] y posteromedial [PM]). Se seleccionaron las direcciones PL y PM porque son las que predicen el desempeño en todas las direcciones.

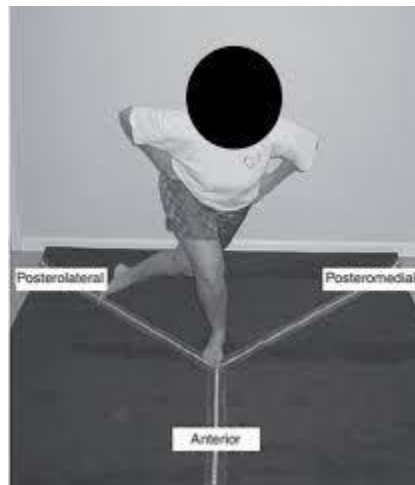


Fig. 17 Prueba de equilibrio de excursión en estrella (SEBT)

La aplicación del SEBT permitió estimar las siguientes variables antes y después del protocolo de entrenamiento: Anterior Derecho (ANT.D); Anterior Izquierdo (ANT.IZDO); Posterolateral Derecho (POSTLAT.D); Posterolateral Izquierdo (POSTLAT.IZDO); Posteromedial Derecho (POSTMED.D); Posteromedial Izquierdo (POSTMED.IZDO).

## Antecedentes

El esguince de tobillo es uno de los motivos más frecuentes dentro de los padecimientos ortopédicos. Se estima que se presenta un evento por cada 10,000 pacientes al día que constituyen un 10 % de los pacientes que acuden al servicio de Urgencias [8,9]

Waterman y cols (2010) estudiaron la incidencia de esguince de tobillo en la población general colectando datos del Sistema de Vigilancia de Lesiones Electrónico Nacional (NEISS por sus siglas en inglés) por un periodo de 5 años y encontraron una incidencia de 2.15 por 1000 personas al año. Sin embargo, un 30 % de los pacientes que sufren un esguince de tobillo experimentarán un nuevo episodio de esguince y síntomas residuales como dolor e inestabilidad al menos por un año acorde al seguimiento realizado por Van Rijn (2008) [10,11].

Acorde a Delahunt y cols (2010) [12] los pacientes con inestabilidad crónica del tobillo se definen por tener un historial de al menos un esguince de tobillo, referir sensación de “ceder” de la articulación del tobillo lesionada previamente con posibilidad de esguince de repetición asociado a inestabilidad articular.

En el estudio realizado por Vohra y cols (2018) [13] se describe la sintomatología que caracteriza a la inestabilidad crónica de tobillo que puede causar dolor persistente en el tobillo después de un esguince. Se reporta que entre el 5 y el 33% de los pacientes continúan teniendo dolor en el seguimiento de 1 año o más, y entre el 5 y el 25% aún experimentan dolor después de 3 años. Los problemas residuales incluyeron dolor (30%), inestabilidad (20%), crepitación (18%), debilidad (17%), rigidez (15%) e hinchazón (14%).

Klammer y cols (2015) [14] realizaron un seguimiento de una cohorte de pacientes con lesión osteocondral del astrágalo e inestabilidad crónica del tobillo por un lapso de 2 años para evidenciar la sintomatología más prevalente y la evolución del cuadro clínico, los cuales recibieron un programa de Rehabilitación Física, de un total de 48 pacientes que participaron en el estudio (86% estaban libres de dolor (escala analógica visual [VAS] 0, n = 12) o reportaban una disminución de su sintomatología dolorosa (VAS 1-3, n = 31). Radiográficamente, la osteoartritis estuvo ausente en el 47%, y la artrosis de grado 1 y 2 se encontró en el 27%.

El costo generado por el tratamiento debido a esta patología se eleva a 4 billones tan sólo en Estados Unidos. [15]. Aún no se cuenta con una estimación de los costos generados por la Inestabilidad Crónica de Tobillo, ya que su principal característica es la recurrencia de esguinces de tobillo mantenidos en el tiempo el impacto médico, laboral y social es de una gran magnitud [16].

Aunque ciertas deformidades previas como un retropié en varo o un mediopié cavo o una laxitud generalizada han mostrado jugar un cierto papel en la predisposición a la inestabilidad crónica de tobillo, la combinación de la insuficiencia mecánica y funcional resultante de un esguince agudo ha demostrado ser el factor principal en la etiología de la inestabilidad crónica de tobillo acorde a Hertel y Maffulli. [17,18]

Existe un número significativo de informes de investigación que examinan estrategias para tratar y prevenir esguinces agudos y la presentación posterior de recurrencia presente en la inestabilidad crónica del tobillo (CAI) acorde a lo reportado por Doherty y cols (2017) [19]

Por lo anterior las diversas alternativas terapéuticas de los esguinces de tobillo, así como los diferentes condicionantes anatómicos del paciente, constituyen los fenómenos que determinan la fisiopatología de una posible inestabilidad residual. Así el tratamiento debe comenzar por un programa férreo y estructurado de rehabilitación funcional y preventiva.

El programa rehabilitatorio donde se incluyen ejercicios de propiocepción cuenta con un grado de evidencia alto, como lo indicado en el estudio de Postle y cols (2012) [20] teniendo como conclusión que posterior al programa terapéutico los pacientes mostraron una reducción significativa ( $p < 0.05$ ) en la inestabilidad de tobillo referida. En la revisión sistemática realizada por Zech y cols en 2009 acerca de la inclusión de entrenamiento neuromuscular y fuerza posterior a lesiones de tobillo indican un incremento de la funcionalidad y una disminución en los episodios de sensación de fallo e inestabilidad articular después del primer esguince ocurrido [21]

La literatura sugiere que un programa de entrenamiento neuromuscular posterior a un esguince de tobillo demostró un incremento en la reacción muscular peronea así como mejoría en el déficit postural acorde a Osborne y cols (2001), Hughes and Rochester (2008) y Mckeon and Hertel (2008) [22,23,5]

Dentro de la literatura médica actualmente existen 5 publicaciones que mencionan el uso de la plataforma HUBER 360® como parte del tratamiento rehabilitatorio, dentro de las patologías reportadas se encuentra la osteoartritis de cadera, programa rehabilitatorio postquirúrgico en la reparación del ligamento cruzado anterior, lumbalgia mecano postural e inestabilidad de tobillo, dentro de cuyos objetivos de tratamiento se encuentran la mejoría del control postural a través de un trabajo del equilibrio estático y dinámico, la propiocepción y el entrenamiento neuromuscular.

Acorde a Couillandre y cols (2008) en el estudio realizado en 12 adultos sanos a quien se indicó un programa de entrenamiento por 2 meses usando el dispositivo médico HUBER 360® posterior a 3 sesiones por semana con duración de 1 hora, con un total de 24 sesiones se demostró que la oscilación del centro de gravedad disminuyó lo que traduce una mejoría en el control postural [24].

En el estudio realizado por Lee Aj y cols (2008) cuyo objetivo era examinar los efectos de un programa de entrenamiento en plataforma inestable para evidenciar la mejoría del equilibrio dinámico y estático en pacientes con inestabilidad de tobillo unilateral se observó que posterior a un entrenamiento de 12 semanas se obtuvo una mejoría en la estabilidad articular y sintomatología reportada. [25]

El reporte por parte de los pacientes de mejoría en la estabilidad de tobillo evaluado a través de un cuestionario de sintomatología posterior al programa de rehabilitación prescrito es el mejor indicador hasta la fecha para objetivar mejoría en Inestabilidad Crónica de tobillo acorde a Janice y cols 2008 .[26]

## Justificación

Los esguinces de tobillo son lesiones musculoesqueléticas comunes, con un estimado de 23 000 lesiones por día en los Estados Unidos. Se ha informado que los esguinces recurrentes de tobillo ocurren en hasta el 80% de los pacientes que han tenido un evento previo [73]

Una revisión de los registros del departamento de emergencias en los Estados Unidos entre 2002 y 2006 estimó que la tasa de incidencia de un esguince de tobillo es de 2.15 por 1000 personas-año en la población general [74].

En un estudio radiológico de 209 pacientes, Rieck y cols [75] confirmó la importancia de la inestabilidad lateral crónica como un factor etiológico de la artrosis de tobillo. Las lesiones degenerativas fueron dos veces más frecuentes en los casos de inestabilidad que en los esguinces recientes en pacientes menores de 30 años, y el daño grave fue cinco veces más frecuente. En el grupo de 30 a 40 años de edad, todos los pacientes con inestabilidad crónica presentaron cambios articulares.

Valderrabano y cols [76] confirmaron la correlación entre la artrosis y la inestabilidad en un seguimiento de 30 años de la enfermedad progresiva con desalineación del varo talar en más de la mitad de los casos, y encontraron que el factor agravante era el daño de las estructuras ligamentarias mediales.

El pie y el tobillo juntos son las áreas más frecuentemente lesionadas en bailarines (14 a 77% de todas las lesiones reportadas), con tasas significativamente más altas reportadas en mujeres practicantes de danza clásica de hasta un 75% [128]. **77**

Las lesiones en la danza pueden ser el resultado de un trauma agudo, como el aterrizaje desde un salto o giro o, más comúnmente, desde un microtrauma repetitivo, a menudo después de un rápido aumento en el volumen y la intensidad del entrenamiento.

Costa y cols en 2014 señalan al esguince de tobillo como la lesión más prevalente en bailarines profesionales con una tasa de 69.8% versus 42.1 en bailarines semiprofesionales [129]. **78**

La incidencia informada de Inestabilidad Crónica de tobillo después del esguince inicial de tobillo varía, y algunos estudios indican que las poblaciones deportivas que participan en deportes de alto riesgo, como el baloncesto, pueden tener tasas de incidencia de hasta el 80% .

En el estudio Sánchez BM y cols en 2012 en México acerca del diagnóstico de las lesiones asociada a inestabilidad lateral de tobillo por artroscopia reporta una incidencia del 88% de sintomatología perimaleolar lateral del tobillo, además de aumento de volumen generalizado articular asociado a limitación para realizar actividades deportivas y sensación de inestabilidad articular posterior a esguince de tobillo. [79]

Echegoyen-Monroy y cols en su artículo acerca del manejo conservador de los esguinces de tobillo en jugadores de futbol del Club Universidad Nacional en México reporta una incidencia de esguince del tobillo del 28% con un primer episodio, con reporte de sintomatología residual compatible con inestabilidad crónica del tobillo en el 15.9 %.[80].

La mayor evidencia reportada por los estudios realizados en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo al prescribir un programa terapéutico de rehabilitación la tiene la prescripción de ejercicios de propiocepción y equilibrio como parte de este para disminuir el reporte de los episodios de esguince e inestabilidad por el paciente, como se evidencia en los estudios realizados por Urgüden y cols (2010), Mckeon y cols (2008) y Han y cols (2009).

El panorama de la investigación acerca de la caracterización de las lesiones y su tratamiento en practicantes de danza de forma semi y profesional es deficiente en comparación con la investigación que se ha publicado sobre mujeres y hombres jóvenes participantes en otras disciplinas deportivas. [132-134].

En una compañía de ballet, este tipo de intervención resultó en una disminución en el porcentaje anual de lesiones del 94% al 75% durante un período de 5 años [135]. Allen y cols probaron dicha intervención en un estudio realizado a bailarinas de ballet profesionales durante un período de 3 años, la incidencia de lesiones se redujo significativamente en el segundo y tercer año en el que se llevó a cabo [136]

Actualmente en México no se cuenta con estudios antecedentes donde se utilice la plataforma HUBER 360® como parte del tratamiento rehabilitatorio en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo, por lo que este estudio abordará por primera vez el uso de esta tecnología, ya que en el Centro de Rehabilitación “Gaby Brimmer” contamos con esta plataforma que puede brindar resultados satisfactorios pues conjuga los avances tecnológicos con la investigación médica, sin embargo pocos centros de Rehabilitación en el país cuentan con la disponibilidad del equipo motivo por el cual este estudio toma relevancia para generar nuevas opciones terapéuticas.

Acorde a las guías internacionales, el reconocimiento de esta entidad y el manejo desde etapas tempranas de forma óptima toma importancia de primer orden pues estas medidas disminuirán la cronificación de esta patología con la consecuente disminución de la limitación funcional, necesidad de valoración multidisciplinaria e intervenciones quirúrgicas debido a la artrosis de tobillo que pueden llegar a presentar los pacientes quienes no reciben una intervención rehabilitatoria óptima los que se transmite en un impacto en su calidad de vida así como su entorno laboral y social, colocando a nuestra especialidad como generadora de conocimiento basado en la evidencia con un impacto social, parámetros que rigen actualmente la medicina a nivel mundial.

Siendo el Centro “Gaby Brimmer” una institución de referencia dentro de la Rehabilitación, se plantea este tema de investigación con la finalidad de generar directrices para el uso de la plataforma HUBER 360® dentro de un programa de rehabilitación en la inestabilidad crónica de tobillo.



## **Planteamiento del problema**

La inestabilidad crónica de tobillo se puede presentar hasta en un 50 % de los pacientes que tienen como antecedente haber sufrido un esguince de tobillo, una revisión sistemática señaló que la presencia de sintomatología residual posterior al primer evento ocurre en un 3 a 34% de los pacientes ,en un lapso comprendido entre los 3 y 36 meses. Sin embargo este porcentaje puede estar subestimado debido a que hasta en un 50 % de los casos los pacientes no buscan atención médica.[82,83,84].La inestabilidad articular ha sido asociada como un factor contribuyente primario en el desarrollo temprano de artrosis de tobillo. Una artrodesis del tobillo aislada puede abordar y resolver el dolor intenso en el tobillo pero puede que no aborde a plenitud los problemas asociados y los cambios en las articulaciones adyacentes. Esto puede resultar particularmente problemático en pacientes jóvenes quienes tienen una larga expectativa de vida.

Por lo anterior nos surge la pregunta de investigación:

¿Aplicar el programa de control postural de la plataforma de estabilometría mejorará la inestabilidad crónica de tobillo en bailarines que acuden al CNMAICRIE “Gaby Brimmer?”

## **Hipótesis general**

La inestabilidad crónica de tobillo mejorará posterior a la aplicación del programa de control postural efectuado en la plataforma HUBER 360® aplicado que acuden al CNMAICRIE “Gaby Brimmer

## **Objetivo General**

Aplicación de programa de control postural de la plataforma de estabilometría para evaluar su efectividad en bailarines que cursan con inestabilidad crónica de tobillo que acuden al CNMAICRIE “Gaby Brimmer.

## **Objetivos específicos**

- 1.Evaluar las alteración del equilibrio mediante la prueba BESS en los pacientes para determinar la presentación en la inestabilidad crónica de tobillo previo y posterior a la intervención para conocer el efecto del programa de control postural sobre este parámetro.
- 2.Sugerir el uso de tecnología innovadora para el tratamiento de la sintomatología de inestabilidad crónica de tobillo como parte del protocolo de rehabilitación de los bailarines derivados al CNMAICRIE “Gaby Brimmer”
3. Establecer un precedente del uso de la plataforma HUBER 360® en México como parte de un programa rehabilitatorio en la inestabilidad crónica de tobillo.
4. Cuantificar cambios en el control postural y equilibrio en los pacientes de forma inicial y posterior al programa de entrenamiento en la plataforma de estabilometría.

# DESARROLLO METODOLÓGICO

## Diseño Metodológico

### Tipo de estudio

Observacional, transversal, descriptivo, analítico.

### Lugar

Centro Nacional Modelo de Atención Investigación y Capacitación para la Rehabilitación e Integración Educativa CNMAICRIE "Gaby Brimmer"

### Universo

16 pacientes con inestabilidad de tobillo del Centro de rehabilitación "Gaby Brimmer" con un nivel de confianza del 95%, con un margen de error del 5%.

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

### Tiempo

Evaluación de candidatos: Diciembre de 2019

Ejecución de proyecto: Enero de 2020

### Población de estudio

Bailarines del Centro Cultural Ollin Yoliztli con diagnóstico de esguince de tobillo Grado I y II que no se encuentren en fase aguda del padecimiento ni cursen un programa de rehabilitación física derivados al CNMAICRIE.

### Criterios de inclusión

1. Bailarines con diagnóstico establecido de esguince de tobillo de 1er (GI) o 2do. grado (GII), sin presencia disfunción vestibular o sintomatología neurológica
2. Bailarines mayores de edad con diagnóstico de esguince de tobillo GI o GII en los 12 meses previos que actualmente presenten dolor a nivel perimaleolar secundario al evento de esguince de tobillo reportado.
3. Bailarines con reporte de un segundo episodio de esguince de tobillo GI o GII en los 12 meses posteriores al primer evento que en este momento no se encuentren en fase aguda.
4. Bailarines cuya práctica dancística acumule 6 horas o más semanalmente.

### **Criterios de no inclusión**

1. Pacientes con alteraciones vestibulares o sintomatología neurológica que impida la colocación correcta sobre la plataforma HUBER 360®.
2. Pacientes con comorbilidades cardiovasculares, neurológicas, reumatológicas o respiratorias.
3. Pacientes con déficit motor o sensorial que les impida realizar las pruebas SEBT y BESS.
4. Pacientes que presentan obesidad.
5. Pacientes menores de edad.
6. Pacientes con limitantes físicas que impidan la estabilización y el agarre de las barras de sujeción para los miembros superiores en la plataforma HUBER 360®.
7. Paciente con alteraciones visuales o auditivas que limiten la correcta visualización o escucha de las instrucciones que brinda la pantalla del equipo HUBER 360®.
8. Pacientes con déficit sensorial o cognitivo que les impida estabilizarse y/o atender las indicaciones que se brindan para llevar a cabo el uso de la plataforma HUBER 360® para
9. Pacientes que se encuentren en periodo gestacional para evitar riesgo de caídas.
10. Pacientes usuarios de marcapasos o auxiliar auditivo.
11. Pacientes con inflamación articular, datos de infección sistémica, trombosis venosa, fiebre, traumatismo agudo.

### **Criterios de eliminación**

1. Pacientes que durante la intervención terapéutica presenten alguna condición aguda osteoarticular en los miembros pélvicos.
2. Pacientes que acumulen 2 faltas al programa.

### **VARIABLES**

#### **Variable Independiente**

##### **INESTABILIDAD CRÓNICA DE TOBILLO**

Definición conceptual: Cuadro clínico donde el paciente presenta inestabilidad mecánica y funcional de la articulación del tobillo.

Definición operacional: Síntomas residuales (sensación de “ceder” del tobillo, referencia de inestabilidad articular del tobillo) acompañados de dolor presentes por un mínimo de 6 meses posteriores a la ocurrencia de un esguince de tobillo.

Tipo de variable:cualitativa

Escala de medición:nominal

Indicador: TEST DE CUMBERLAND aplicado por el investigador . Apéndice I.

## **Variable Dependiente**

### **EQUILIBRIO ESTÁTICO**

Definición conceptual: proyección del centro de gravedad del cuerpo dentro del área delimitada por los contornos externos de los pies.

Definición operacional: capacidad de mantener el cuerpo erguido o en cualquier posición estática, frente a la acción de la gravedad.

Tipo de variable: cualitativa

Escala de medición: nominal.

Indicador: Sistema de error de puntuación de equilibrio (BESS)

### **EQUILIBRIO DINÁMICO**

Definición conceptual: Estado que permite mantener el cuerpo erguido y estable en acciones que incluyan el desplazamiento o movimiento de un sujeto donde se modifica constantemente su centro de gravedad y base de sustentación.

Definición operacional: Capacidad de mantener la posición que exige la actividad física a pesar de la fuerza de gravedad oponente en un momento determinado.

Tipo de variable: cualitativa

Escala de medición: nominal.

Indicador: prueba de equilibrio de excursión en estrella (SEBT)

### **CONTROL POSTURAL**

Definición conceptual: Capacidad del cuerpo de mantener una alineación correcta del centro de gravedad dentro del eje corporal, de manera que todas las articulaciones y segmentos del cuerpo trabajen de forma óptima y global.

Definición operacional: habilidad para mantener la posición vertical del centro de gravedad dentro del polígono de sustentación.

Tipo de variable: cualitativa

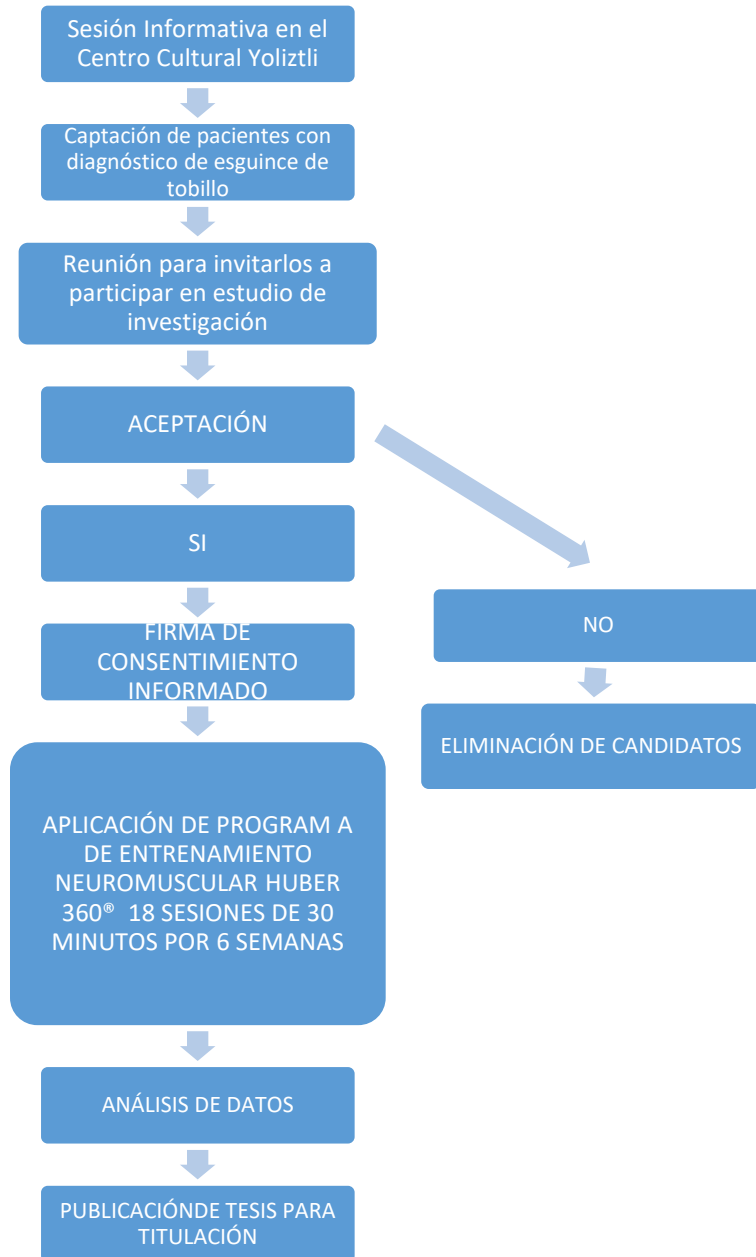
Escala de medición: nominal

Indicador: Sistema de error de puntuación de equilibrio (BESS)

## **DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

1. Convocatoria efectuada dentro de las instalaciones del Centro Cultural Ollin Yoliztli a los bailarines que cursen estudios o realicen prácticas dentro de la Institución y cubran los requisitos de ingreso al estudio.
2. Entrevista individual con el investigador para conocer si cubren los requisitos solicitados de ingreso.
3. Se realizará la apertura del expediente tipo 5000 por médico de rehabilitación adscrito al Centro Nacional Modelo de Atención e Investigación DIF Gabby Brimmer
4. Firma del consentimiento informado por parte del paciente (Anexo 4)
5. Aplicación ficha de datos sociodemográficos, Test Cumberland y Prueba BESS y SEBT.
6. Sesión de programa de entrenamiento neuromuscular en plataforma HUBER 360®.
  - 7.1 Cada sesión de entrenamiento comenzará con una fase de calentamiento acorde a los descrito en el Apéndice 2.
  - 7.2 Se efectuarán los ejercicios del programa de control postural y equilibrio del dispositivo de la plataforma de estabilometría HUBER 360®. Este programa incluye ejercicios donde el paciente deberá conservar el equilibrio estático y dinámico acorde a las diferentes demandas ejercidas por el equipo.
  - 7.3 Se realizarán 3 sesiones de entrenamiento semanal de aproximadamente 30 minutos por durante 4 semanas, dando un total de 12 sesiones.
  - 7.4 La sesión de entrenamiento finalizará con una fase de enfriamiento o vuelta a la calma descrito en el Apéndice 3.
8. Evaluación mediante cuestionario de Cumberland y aplicación de test SEBT y BESS al final de las 12 sesiones del programa de entrenamiento neuromuscular.
9. Análisis de Datos
10. Publicación de resultados como parte de la Tesis para obtención de grado académico.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



## Recursos

- Humanos: asesores e investigador
- Materiales: papel, copias de cuestionario Cumberland, cinta adhesiva de 5 cms, plataforma HUBER 360®.

## Cronograma

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	S E P T	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
<b>ELABORACIÓN PROTOCOLO</b>	●	●	●	●								
<b>COMITÉ LOCAL</b>					●	●	●					
<b>REALIZACIÓN</b>									●	●	●	
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>												●
<b>REDACCIÓN</b>												●
<b>CONCLUSIÓN</b>												●

## Consideraciones éticas

El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones probadas deben ser evaluadas continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad. Aunque el objetivo principal de la investigación médica es generar nuevos conocimientos, este objetivo nunca debe tener primacía sobre los derechos y los intereses de la persona que participa en la investigación. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. Los aspectos éticos deben analizarse basados en las leyes y normativas de cada sitio donde se realice la investigación y debe tenerse en cuenta que existen grupos y personas vulnerables que requieran medidas de protección particulares. En nuestra investigación la intervención terapéutica se realizará apegada a las normativas internacionales bajo estrictos criterios éticos con previa firma de consentimiento informado y orientación al paciente en cada uno de los pasos de nuestra intervención.



# RESULTADOS

## DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población para este estudio estuvo compuesta por 16 individuos, el 62.5 % mujeres y el 37.5 % hombres. Tabla I. Con una media de edad de  $\pm 24.2$  Tabla II.

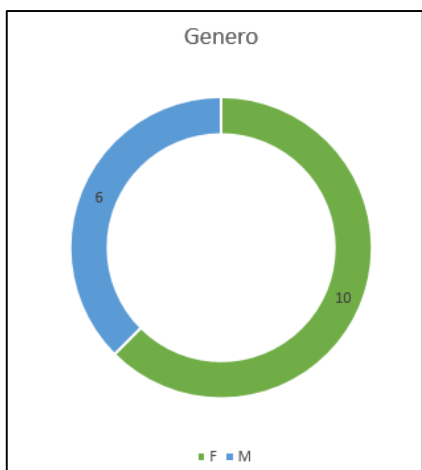


Tabla I. Distribución por género.

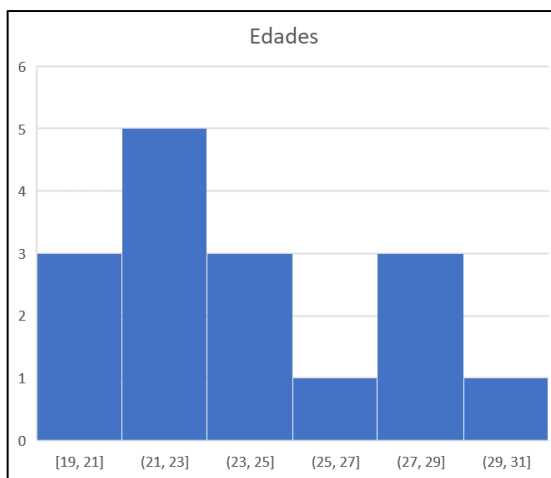


Tabla II. Edades de los participantes.

Al aplicar de forma inicial el cuestionario Cumberland en su versión al español los participantes del estudio obtuvieron un puntaje de 27 o menor, lo cual indica que todos ellos presentan la patología deonimanada inestabilidad crónica de tobillo lo que concuerda con investigaciones previas realizadas como la realizada por Hiller y cols quienes señalan una sensibilidad de 82.9 % y una especificidad de 74.7% con una validez test-retest de un .96 % para esta prueba, ubicándolo como una excelente herramienta para poder indicar la presencia de esta patología en los bailarines.

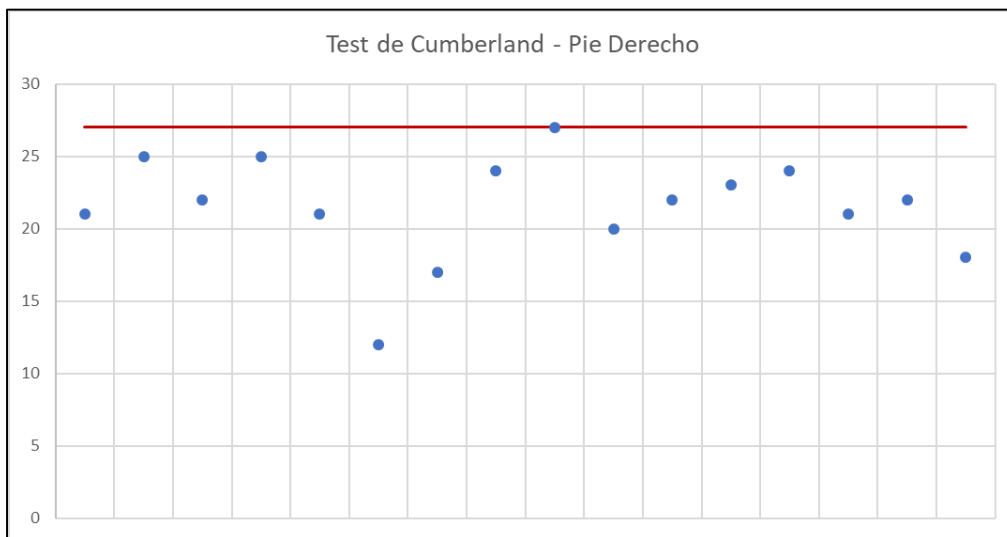


Tabla III. Resultados Test Cumberland pie derecho.

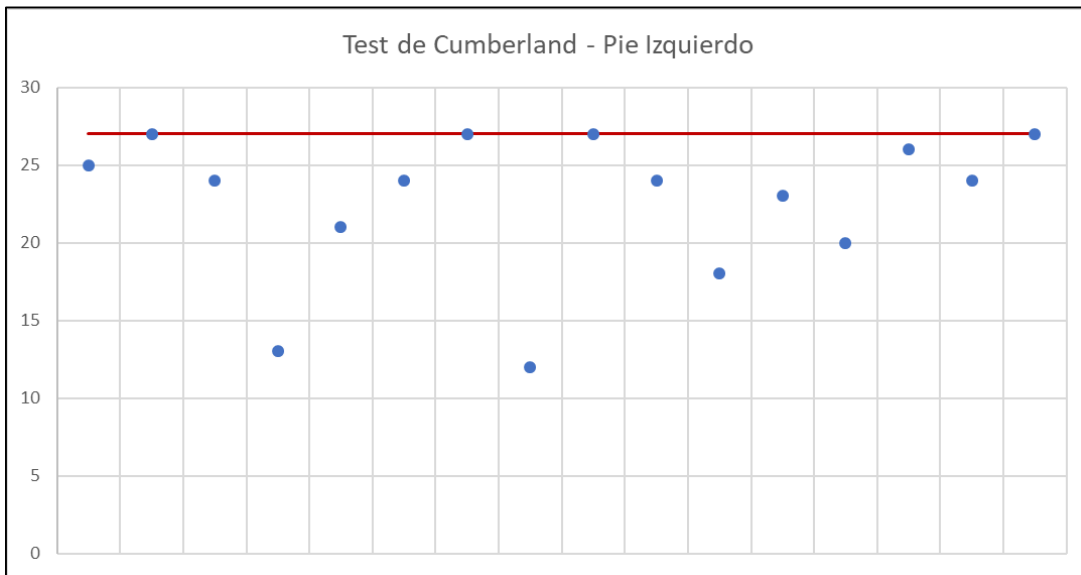


Tabla IV. Resultados Test Cumberland pie izquierdo.

En lo que respecta a la valoración del equilibrio se aplicó la prueba denominada Sistema de Puntuación de Errores de Equilibrio (BESS), por sus siglas en inglés, al inicio y final de la intervención terapéutica, en la cual se evidenció la disminución de los errores cometidos por los participantes tras la culminación de las sesiones propuestas, para el pie derecho el menor número de errores cometidos fue 1 con el mayor número de errores ubicado en 13, con una media de 7 errores, comparando los resultados posteriores a la ejecución del programa el menor número de errores fue 0 y el mayor 9, con una media de 3, apreciándose una disminución en general consistente con lo esperado acorde a investigaciones previas.

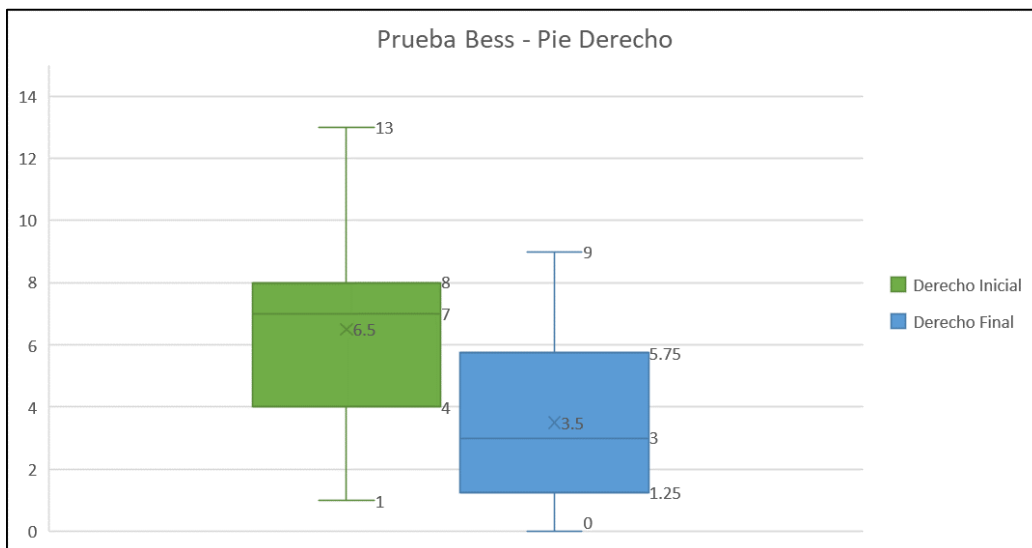


Tabla V. Resultados prueba BESS pie derecho.

En el caso de los resultados obtenidos al aplicar la prueba BESS al inicio y final de la intervención terapéutica para el pie izquierdo, queda de manifiesto la disminución de los errores cometidos por los pacientes tras la culminación de las sesiones propuestas, para el pie izquierdo el menor número de errores cometidos fue 2 rcon el mayor número de errores ubicado en 11, con una media de 6 errores, posterior a la ejecución del programa el menor número de errores fue 0 y el mayor 8, con una media de 3, apreciándose una disminución en estos consistente con lo esperado acorde a investigaciones previas.

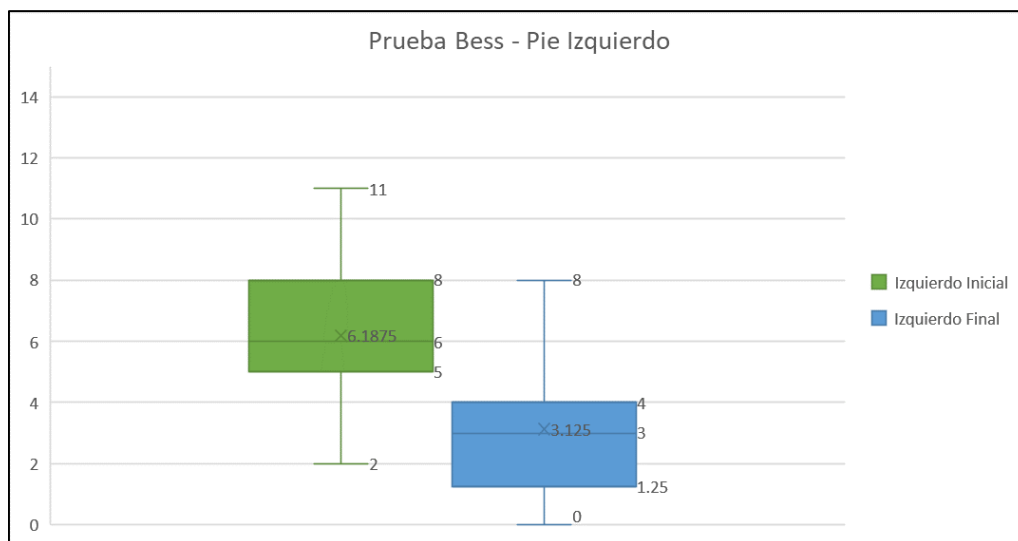


Tabla VI. Resultados de prueba BESS pie izquierdo.

Los resultados obtenidos de la prueba BESS fueron analizados a través de una prueba estadística Wilcoxon (W) para evaluar cualquier modificación en el equilibrio en los individuos participantes, estableciendo un nivel de confianza en un 0.05.

Fueron comparados los cambios tanto para el pie izquierdo como el derecho. Encontrando que para el pie derecho ( $W = 1.5$   $N=14$  ( $p < 0.05$ )) y el pie izquierdo ( $W = 1.5$   $N=14$  ( $p < 0.05$ )) las variaciones producidas por el programa de entrenamiento resultaron en cambios significativos en el equilibrio de los pacientes.

Finalmente se realizó el análisis de los resultados obtenidos mediante la evaluación denominada límites de estabilidad, efectuada en la plataforma de estabilometría HUBER 360®, la cual consiste en un estudio de posturografía que forma un diagrama bidimensional del centro de presión (CoP) por sus siglas en inglés, usando una placa de fuerza para medir los cambios de este mientras el participante conserva la estabilidad postural, cuantificada mediante la representación en un polígono del área ocupada.

El cual permitió validar los cambios efectuados en dichos parámetros, de forma inicial y posterior a la intervención, lo cual indica un incremento en el área final, concordante con Baydal y cols que señalan el incremento en el área del centro de presión al comparar pacientes con alteraciones de equilibrio y poblaciones sanas, lo que es consistente con nuestra investigación pues los pacientes

reportan resultados similares con una media de área inicial de 66551.19 mm<sup>2</sup> y final de 77955.92 mm<sup>2</sup> con una desviación estándar inicial de 12273.25 y final de 14776.87 mm<sup>2</sup>.

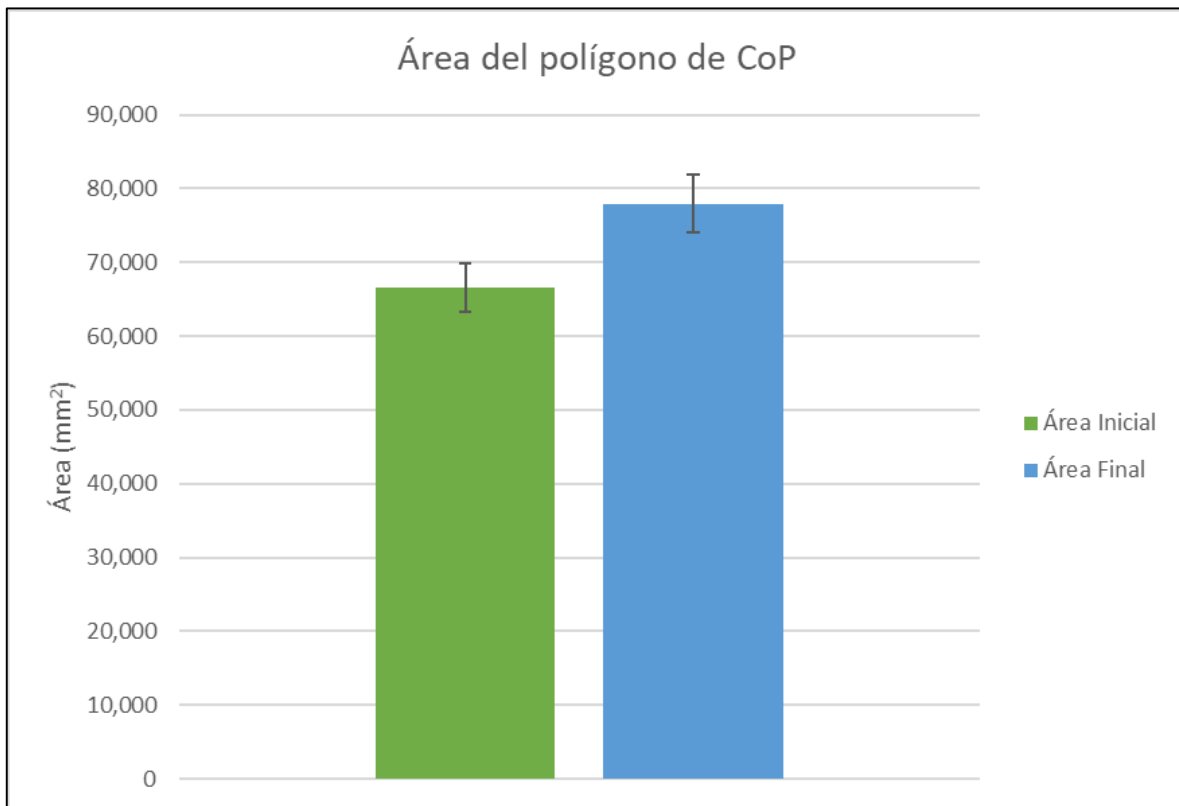


Tabla VI. Resultados de prueba límites de estabilidad.

Se llevó a cabo la prueba Wilcoxon ( $W = 125$   $N=16$  ( $p < 0.05$ )) que de igual forma señala que las variaciones producidas por el programa de entrenamiento resultaron en cambios significativos en el equilibrio de los pacientes.

## DISCUSIÓN

En un estudio sueco, el 95% de los bailarines profesionales sufrieron al menos una lesión durante un período de estudio de 1 año en pie y tobillo, con tasas significativamente más altas reportadas en el sexo femenino lo que coincide con nuestro estudio donde se observó que los esguinces de tobillo se presentaron de manera más frecuente en las mujeres.

En la presente investigación se pudo valorar que la inestabilidad crónica de tobillo se presentó en todos los pacientes con esguinces repetitivos lo que concuerda con los estudios que realizaron Van Rijn (2008), Delahunt y cols (2010) y Vohra y cols (2018), quienes mencionan que un 30 % de los pacientes que sufren un primer episodio esguince de tobillo experimentarán un nuevo evento y síntomas residuales como dolor e inestabilidad al menos por un año posterior.

La prueba BESS fue útil en nuestro caso ya que permitió valorar la mejoría en el equilibrio posterior al programa propuesto tal como lo plantean Hertel Y cols durante el estudio realizado en 2016 donde observa una validez interobservador entre 0.78 y 0.96.

Postle y cols (2012) concluyen que posterior al programa terapéutico aplicado de equilibrio y propiocepción efectuado mediante la plataforma de equilibrio los pacientes mostraron una reducción significativa ( $p < 0.05$ ) en la inestabilidad de tobillo referida, lo que coincide con los resultados obtenidos en nuestro estudio, después del programa de control postural y equilibrio de la plataforma HUBER 360®.

La plataforma de equilibrio HUBER 360® postula que después de la aplicación del programa de control postural el equilibrio evaluado por medio de la prueba de límites de estabilidad que nos indica la modificación del área del centro de presión medida en mm<sup>2</sup>, mejora considerablemente. En nuestro estudio se confirma dicho argumento evidenciado con la modificación de los límites de estabilidad hacia la mejoría.

## CONCLUSIÓN

El propósito de esta tesis fue evaluar la aplicación del programa de control postural de la plataforma de estabilometría para evaluar su efectividad en bailarines que cursan con inestabilidad crónica de tobillo en nuestro centro de estudio.

Los pacientes con inestabilidad crónica del tobillo se definen por tener un historial de al menos un esguince de tobillo, referir sensación de “ceder” de la articulación del tobillo lesionada previamente con posibilidad de esguince de repetición asociado a inestabilidad articular.

Los bailarines profesionales en la Ciudad de México presentan frecuentemente esta patología y generalmente no cuentan con servicio médico capacitado para atenderlos, por lo que se eligieron como grupo de estudio.

Existen diversos tratamientos para mejorar la estabilidad crónica de tobillo como son: el entrenamiento con plataforma de equilibrio, estimulación mioeléctrica peroneal y entrenamiento neuromuscular. Nuestro centro actualmente cuenta con tecnología innovadora que propone mejorar la estabilidad por medio de una plataforma digital de equilibrio, por lo que se propuso como método terapéutico en nuestra intervención obteniendo resultados satisfactorios en el equilibrio siendo corroborado por las pruebas BESS y límites de estabilidad los cuales fueron estadísticamente significativos.

Sin embargo no se pudo demostrar el efecto que tuvo esta mejoría en la práctica profesional de los bailarines debido a que se requiere mayor tiempo para dar seguimiento a largo plazo al impacto en su desempeño.

Por lo tanto recomendamos para futuras investigaciones proponer este programa en los centros de trabajo de los bailarines para poder objetivar la relevancia que entrañará a lo largo de la trayectoria profesional al ser una terapéutica funcional para prevenir lesiones y el desarrollo de esta patología.

Anexo 1 Test de Cumberland para Inestabilidad Crónica de Tobillo, versión en español.

	IZQUIERDO	DERECHO	PUNTUACIÓN
<b>1. Tengo dolor en mi tobillo:</b> Nunca Al practicar deporte Al correr sobre superficies irregulares Al correr sobre superficies planas Al caminar sobre superficies irregulares Al caminar sobre superficies planas			5 4 3 2 1 0
<b>2. Siento inestabilidad en mi tobillo:</b> Nunca A veces al practicar deporte (no siempre) Frecuentemente al practicar deporte (cada vez) A veces durante las actividades diarias Frecuentemente durante las actividades diarias			4 3 2 1 0
<b>3. Cuando giro bruscamente siento inestabilidad en mi tobillo.</b> Nunca A veces al correr Con frecuencia al correr Al caminar			4 3 2 1 0
<b>4. Cuando bajo escaleras, siento inestabilidad en mi tobillo:</b> Nunca Si bajo rápido Ocasionalmente Siempre			3 2 1 0
<b>5. Siento inestabilidad en mi tobillo cuando estoy de pie sobre una pierna:</b> Nunca Al hacerlo de puntillas Con el pie plano en el suelo			2 1 0
<b>6. Siento inestabilidad en mi tobillo cuando</b> Nunca Salto sobre una pierna de lado a lado Salto sobre una pierna en el sitio Salto sobre las dos piernas			3 2 1 0
<b>7. Siento inestabilidad en mi tobillo cuando</b> Nunca Corro sobre superficies irregulares Troto sobre superficies irregulares Camino sobre superficies irregulares Camino sobre superficies planas			4 3 2 1 0
<b>8. Normalmente cuando mi tobillo comienza a torcerse, puedo detenerlo</b> Inmediatamente A menudo A veces Nunca Nunca se me ha torcido el tobillo			3 2 1 0 3
<b>9. Tras una torcedura típica mi tobillo recupera la normalidad</b> Inmediatamente En menos de un día En 1-2 días Pasados 2 días Nunca se me ha torcido el tobillo			3 2 1 0 3

## Anexo 2 Fase de calentamiento

### Descripción de Programa

Calentamiento	
<b>Tipo</b>	Actividades de baja intensidad/ Movilizaciones articulares activas.
<b>Frecuencia</b>	Previo a sesiones de programa establecido
<b>Tiempo</b>	5 - 10 minutos
<b>Volumen</b>	5- 10 repeticiones

## Anexo 3 Fase de enfriamiento

Enfriamiento	
<b>Tipo</b>	Ejercicios de estiramiento estático
<b>Frecuencia</b>	Posterior al programa de rehabilitación
<b>Intensidad</b>	Estiramiento del músculo en forma lenta hasta una posición que genera una leve discomfort
<b>Tiempo</b>	10 segundos de actividad por 10 segundos de reposo. 10 minutos de duración por sesión.
<b>Volumen</b>	5 repeticiones de cada ejercicio/ 6 grupos musculares por sesión



**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**  
**Dirigido a población participante del estudio de investigación.**

**Título de proyecto:** Aplicación programa control postural de plataforma de estabilometría en bailarines con inestabilidad crónica de tobillo, en el CNMAICRIE "Gaby Brimmer".

**Nombre del Investigador Principal:** Dra. María del Rocío Huerta Teutli

**Sede dónde se realizará el estudio:** Centro Nacional Modelo de Atención, Investigación y Capacitación para la Rehabilitación e Integración Educativa "Gaby Brimmer"

**Nombre del paciente:**

**No. Expediente**

Usted ha sido invitado a participar en el presente proyecto de investigación. Si decide participar en el estudio debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase libre para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

**1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.** El propósito del presente estudio es determinar la eficacia de un programa de entrenamiento usando un equipo médico denominado plataforma HUBER 360® para mejorar la sintomatología presente en los pacientes con inestabilidad crónica de tobillo tras haber sufrido un esguince de tobillo.

**2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.** A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos.

1. Comprobar la mejoría de la sintomatología en los pacientes con inestabilidad crónica de tobillo posterior a la realización del entrenamiento en la plataforma HUBER 360®.

2. Sugerir el uso de tecnología innovadora para el tratamiento de la sintomatología de inestabilidad crónica de tobillo.

3. Establecer un precedente del uso de la plataforma HUBER 360® en México como parte de un programa rehabilitatorio en la inestabilidad crónica de tobillo.

4. Estimar los cambios en el control postural y equilibrio en los pacientes posterior al programa de entrenamiento en la plataforma HUBER 360®.

**3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO**

En estudios realizados anteriormente por otros investigadores se ha observado que posterior a un entrenamiento en plataforma de estabilometría para evidenciar la mejoría del equilibrio en pacientes se observó una mejoría en la estabilidad articular y sintomatología reportada.

Con este estudio conocerá de manera clara si usted presenta inestabilidad crónica de tobillo posterior al esguince de tobillo sufrido con anterioridad.

Este estudio permitirá que en un futuro otros pacientes puedan beneficiarse del conocimiento obtenido para el uso de nuevos dispositivos médicos como parte un programa de rehabilitación física.

#### **4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO**

Su participación consistirá en:

- A. Concertar una entrevista en persona dentro de las instalaciones del Centro de Rehabilitación para llevar a cabo la firma del consentimiento informado.
- B. Llenar el cuestionario de datos sociodemográficos.
- C. Contestar el cuestionario Cumberland de síntomas de tobillo.
- D. Aplicación de prueba de equilibrio estático denominada BESS (figura 1) y equilibrio dinámico denominada SEBT (figura 2)

La evaluación durará alrededor de 40 minutos y abarcará varias preguntas sobre su actividad laboral, recreativa y deportiva, sintomatología de tobillo actual, antecedentes médicos de importancia (enfermedades cardiovasculares, metabólicas, osteoarticulares, neurológicas, antecedentes quirúrgicos o traumáticos), el test de Cumberland y la aplicación de las 2 pruebas descritas en el punto previo (prueba BESS y prueba SEBT).

Posterior a la sesión de evaluación usted realizará un programa de entrenamiento en el equipo médico denominado plataforma HUBER 360® con supervisión del personal médico responsable a lo largo de cada sesión del programa establecido con frecuencia de tres sesiones de entrenamiento de aproximadamente 30 minutos por semana durante 64 semanas, dando un total de 12 sesiones.

#### **5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO**

Este estudio implica el uso de un dispositivo electrónico creado con fines médicos denominado plataforma HUBER 360® diseñado para aplicarse en el ámbito de la rehabilitación física en esta investigación se usará un programa para trabajar el equilibrio y control postural.

Los riesgos potenciales que implican su participación en este estudio son riesgo de caída de la plataforma con posibilidad de lesión osteoarticular. En el remoto caso de que ocurriera algún daño como resultado de la investigación, tomando en cuenta que el uso del equipo estará supervisado por un profesional de la salud desde el inicio hasta el final de la sesión, el cual brindará indicaciones claras y suficientes paso a paso a través de cada

una las lesiones y acompañará al paciente durante la sesión para monitorear su respuesta al programa se brindará la atención médica primaria correspondiente acorde a la lesión ocurrida.

## 6. ACLARACIONES

- Su participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de negarse a participar o de retirar su participación del mismo en cualquier momento.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

## 7. CONFIDENCIALIDAD

Toda la información que Usted nos proporcione para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Usted quedará identificado(a) con un número y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser identificado(a).

Si usted acepta participar en el estudio, le pedimos sea tan amable de firmar.

Declaración de la persona que da el consentimiento

- He leído esta Carta de consentimiento informado
- Me han explicado el estudio de investigación incluyendo el objetivo, los posibles riesgos y beneficios, y otros aspectos sobre mi participación en el estudio.
- He podido hacer preguntas relacionadas a mi participación en el estudio, y me han respondido satisfactoriamente mis dudas.

Si usted entiende la información que le hemos dado en este formato, está de acuerdo en participar en este estudio, de manera total o parcial, y también está de acuerdo en permitir que su información de salud sea usada como se describió antes, entonces le pedimos que indique su consentimiento para participar en este estudio.

**Registre su nombre y firma en este documento del cual le entregaremos una copia.**

**PARTICIPANTE:**

**Nombre:** \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha/hora \_\_\_\_\_

**TESTIGO 1**

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Relación con participante: \_\_\_\_\_

Fecha/hora: \_\_\_\_\_

**TESTIGO 2**

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Relación con participante: \_\_\_\_\_

Fecha/hora: \_\_\_\_\_

**Nombre y firma del investigador o persona que obtiene el consentimiento:**

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha/hora \_\_\_\_\_

## BIBLIOGRAFIA

1. Tropp H. (2002) Commentary: Functional ankle instability revisited. *J Athl Train*; 37: 512-519.
2. Hertel J (2002) Functional anatomy, pathomechanics and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train*, 37:364-375.
3. Matsusaka N, Yokoyama S, et al. (2001) Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am J Sports Med*, 29:25-30.
4. Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer L (2007): The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37:303-311.
5. McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC (2008) Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* , 40:1810-1819.
6. Holmes A, Delahunt E (2009) Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. *Sports Med*, 39:207-224.
7. Ross S, Arnold B, Blackburn J, Brown C, et al (2007) Enhanced balance associated with coordination training with stochastic resonance stimulation in subjects with functional ankle instability: an experimental trial. *J Neuroeng Rehabil* 4:47.
8. Bucholz R, Heckman J et al. (2001) *Fractures in adults, USA*, Lippincott Williams & Wilkins.
9. Postle K, Pak D, Smith TO et al. (2012). Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: a systematic literature and meta-analysis. *Manual therapy*. 17:285-291.
10. Waterman B, Owens B, Davey S, et al. (2010) The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am*; 92(13):2279–2284.
11. Van Rijn R, Van O, Bernsen R, et al. (2008) What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med*; 121(4):324–331.
12. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, et al. (2010) Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*, 42:2106–21.
13. Vohra R., Singh A., Singh K. (2018). Persistent pain after lateral ankle sprain: A Diagnostic and treatment Dilemma A Review Article. *Orthop & Spo Med Op Acc J*. 2, 140-148.
14. Klammer G, Maquieira GJ, Spahn S, et al. (2015) Natural history of nonoperatively treated osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Int* 36(1): 24-31.
15. Waterman R, Owens B, Davey S, et al. (2010) The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J. Bone Joint Surg Am* 92(13):2279-84.

16. Lofvenberg R, Harholm J, Lund B. (1994) The outcome of nonoperated patients with chronic lateral instability of the ankle: a 20 year follow up study. *Foot Ankle Int* 15(4) 165-169.
17. Hertel J. (2002) Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* (4):364-375.
18. Maffulli N, Ferran NA (2008) Management of acute and chronic ankle instability. *J AM Acad Orthop Surg.* 27(10):854-66.
19. Doherty C, Bleakley C, Eamonn D, et al. (2017). Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 51:113-125.
20. Postle K, Pak D, Smith TO. (2012) Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: a systematic literature and meta-analysis. *Man Ther* (17):285–91.
21. Zech A, Hübscher M, Vorgt L y cols. (2009) Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries a systematic review. *Med Sci Sports Exer* (41):1831-41.
22. Osborne MD, Chou LS, Laskowski ER, et al (2001) The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. *American Journal of Sports Medicine*;29:627-32.
23. Hughes T, Rochester P. (2008) The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: a review of the literature. *Physical Therapy in Sport* 9:136-47.
24. Couillandre A, Duque Ribeiro MJ, Thoumie P, et al (2008) Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform: A study on healthy subjects. *Ann Readapt Med Phys.* Mar;51(2):59-73.
25. Lee AJ et al (2008) Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Taiwan Clin Biomech* 23(8): 1065-72.
26. Janice K. Marcio J, Leah F. et al (2008) The Effectiveness of Active Exercise as an Intervention for Functional Ankle Instability. *Sports Med* 2008; 38 (7): 553-563
27. Keith L. Moore, Arthur F. Dalley y Anne M. R. Agur. *Anatomía con orientación clínica.* Sexta edición. Lippincott Williams & Williams
28. Deutsch AL, Mink JH, Kerr R (1992) *MRI of the foot and ankle.* New York: Raven Press. 135-197
29. Franck CB (2004) Ligament structure, physiology and function. *J Musculoskel Neuron Interact* 4(2):199-201.
30. Villegas G y Fernández-Tapia S. Anatomía normal de las articulaciones en imagen por resonancia magnética. In: Fernández-Tapia S, Boleaga DB, Beltran J, editores. *Radiología e*

Imagen Diagnóstica y Terapéutica: Musculoesquelético Columna Vertebral y Esqueleto Apendicular. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins 2001;33-37.

31. Kapandji IA. Physiologie articulaire. Tome 2. Paris: Maloine; 2002.

32. Rouvière H. Anatomie humaine. Paris: Masson; 1970.

33. Mann RA, Haskell A.(2007) Biomechanics of the foot and ankle. In: Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL, editors. Surgery of the foot and ankle. St Louis: Mosby-Elsevier.

34. Konradsen L, Bech L, Ehrenbjerg M, Nickelsen T. (2002). Seven years follow-up after ankle inversion trauma. Scand. J. Med. Sci. Sports 12(3):129–35.

35. Rodriguez-Merchan EC. (2012). Chronic ankle instability: diagnosis and treatment. Arch. Orthop. Trauma Surg. 132(2):211–9

36. Schmitt H, Kuni B, Sabo D. (2005) Influence of professional dance training on peak torque and proprioception at the ankle. Clin J Sport Med;15(5):331–9.

37. Freeman M. (1965) Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. J Bone Joint Surg; 47B: 669-77

38. Freeman M, Dean M, Hanham I. (1965) The etiology and prevention of functional instability of the foot. J Bone Joint Surg (Br). 1965; 47-B: 678-85.

39. Demeritt KM, Schultz SJ, Docherty CL, et al.(2002) Chronic ankle instability does not affect lower extremity functional performance. J Athl Train 37: 507-11

40. Tourné Y, Besse JL, Mabit C. et al (2010) Chronic ankle instability. Which tests to assess the lesions? Which therapeutic options? Orthop Traumatol Surg Res. Jun;96(4):433- 440

41. O’Neil P, Van Aman S, Guyton G, et al (2010) MRI adequate to detect lesions in patients with ankle instability? Clin Orthop Relat Res. Apr;468(4):1115-9.

42. Urgüden M, Kızılay F, Sekban H et al. (2010) Evaluation of the lateral instability of the ankle by inversion simulation device and assessment of the rehabilitation program. Acta Orthop Traumatol Turc.

43. 42. Gamboa JM, Roberts LA, Maring J, Fergus A. (2008) Injury patterns in elite preprofessional ballet dancers and the utility of screening programs to identify risk characteristics. J Orthop Sports Phys Ther ; 38(3):126-36.

44. 46. Smith TO, Davies L, Hakim A. (2016) Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet dancers: A systematic review and meta-analysis. Phys Ther Sport;19:50-6.

45. Ekegren CL, Quested R, Brodrick A.(2014) Injuries in pre-professional ballet dancers: Incidence, characteristics and consequences. J Sci Med Sport;17(3):271-5.

46. 47. Pérez, J.,Hernández, M., Mora, Yolanda (2004) Guía clínica para la atención del paciente con esguince de tobillo. Revista Médica del IMSS, 42 (5), 437-444.

47. 46. Garrick JG. (1977) The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. *Am J Sports Med*; 5 (6): 241-2.
48. Punenburg ACM, Van Duk CN, et al (2000) Treatment of ruptures of the lateral ankle ligaments: A meta-analysis. *J Bone Joint Surg*; 82 A:761
49. Wolfe M, Uhl T, McLuskey L. (2001) Management of ankle sprains. *Am Fam Phys*; 63: 93-104.
50. van Rijn R, van Os A, Bernsen R, Luijsterburg P, et al (2008) What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med*; 121: 324-31.
51. Kaminski T, Hartsell H. (2002) Factors contributing to chronic ankle instability: a strength perspective. *J Athl Train*; 37: 394-405.
52. Lin C, Lee I, Liao J, et al. (2011) Comparison of postural stability between injured and uninjured ballet dancers. *Am J Sports Med*; 39(6):1324–31.
53. Steib S, Zech A, Hentschke C, et al. (2013) Fatigue-induced alterations of static and dynamic postural control in athletes with a history of ankle sprain. *J Athl Train*; 48(2):203–8.
54. Hiller CE, Refshauge KM, Beard DJ. (2004) Sensorimotor control is impaired in dancers with functional ankle instability. *Am J Sports Med*; 32(1):216–23.
55. Van Os A, Bierma-Zeinstra S, Verhagen A, de Bie R, et al (2005) Comparison of conventional treatment and supervised rehabilitation for treatment of acute lateral ankle sprains: a systematic review of the literature. *J Orthop Sports Phys Ther.* ; 35: 95-105. 14
56. Perrin PP, et al. (1997) Ankle trauma significantly impairs posture control: a study in basketball players and controls. *Int J Sports Med.* ;18:387-92.
57. Eils E, et al. (2001) A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* ; 33(12):1991-8.
58. Clark VM, Burden AM. (2005) A 4-week board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle. *Physical Therapy in Sports*, 6(4):181-7.
59. Holme E, Magnusson SP, Becher K, et al. (1999) The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and reinjury risk after acute ligament sprain. *Scand J Med Sci Sports*; 9: 104-9.
60. Mulloy Forkin D, Koczur D, Battle R, et al. (1996) Evaluation of kinaesthetic deficits indicative of balance control in gymnasts with unilateral chronic ankle sprains. *J Orthop Sports Phys Ther*; 23: 245-50
61. Hertel J, Miller S, Denegar C. (2000) Intratest and intertest reliability during the star excursion balance test. *J Sports Rehab*; 9: 104-16
62. Gribble PA, Hertel J, Denegar CE, et al. (2004) The effects of fatigue and chronic instability on dynamic postural control. *J Athl Train*; 39: 321-9



63. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, et al. (2002). Efficacy of the star excursion balance test in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train*; 37: 501-6
64. Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B. (2005) Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *J Athl Train*; 40: 298-304
65. Santilli V, Frascarelli M, Paolini M, Frascarelli F, Camerota F, Natale L et al. (2005) Peroneus longus muscle activation pattern during gait cycle in athletes affected by functional ankle instability. *Am J Sports Med*; 33: 1183-7.
66. [http://international.chattgroup.com/sites/default/files/huber\\_360\\_brochure\\_international\\_hires\\_000-00002444](http://international.chattgroup.com/sites/default/files/huber_360_brochure_international_hires_000-00002444) . Consultada 24-Junio-2019 18:00 HRS
67. Van Cingel R, Kleinrensink G, Uitterlinden E, et al. (2006) Repeated ankle sprains and delayed neuromuscular response: acceleration time parameters. *J Orthop Sports Phys Ther*; 36: 72-9.
68. Rodríguez-Fernández Ángel L. Rebollo-Roldán Jesus, et al. (2014) Disability and Rehabilitation: 1-7.
69. Kinzey S, Armstrong C. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998; 27(5):356–360.
70. Hertel J, Miller S, Denegar C. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil*. 2000;9(2): 104–116.
71. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. et al. (2006) Simplifying the Star Excursion Balance Test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*. ;36(3): 131–137.
72. Caffrey E, Docherty CL, Schrader J, et al (2009). The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*.;39(11):799–806.
73. de Vries JS, Krips R, Sierevelt IN, Blankevoort L, et al Interventions for treating chronic ankle instability. *Cochrane Database Syst Rev*.
74. Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ, Jr. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am*.
75. Rieck B, Reiser M, Bernett P.(1986) Post-traumatic arthrosis of the ankle joint in chronic insufficiency of the fibular ligament. *Orthopade*;15:466—71.
76. Valderrabano V, Hintermann, Horisberger M, et al. (2006) Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sports Med*;34:612—20.
77. 128. Smith PJ, Gerrie BJ, Harris JD. (2015) Incidence and prevalence of musculoskeletal injury in ballet. A systemic review. *Orthop J Sports Med*. ;3(7).

78. 129. Costa, M., Ferreira, A., Orsini M. (2014) Characteristics and prevalence of muskuloeskeletal injury in professional and non-professional ballet dancers. *Brazilian J Phys Therapy*;20(2):166-175.
79. Sánchez M., González H. Camacho J. (2012) Diagnóstico de las lesiones asociadas a inestabilidad lateral de tobillo por artroscopia. *An Med(Mex)*; 57 (2): 123-128.
80. Echegoyen-Monroy S., Antonio M.,Rodríguez M. (2001)Manejo conservador de los esguinces del tobillo. *Movilidad temprana. Rev Mex ortop Traum* 2001; 15(5): Sep-Oct:227-229.
81. Urgüden M, Kızılay F, Sekban H et al. (2010) Evaluation of the lateral instability of the ankle by inversion simulation device and assessment of the rehabilitation program. *Acta Orthop Traumatol Turc*;44(5):365-77.
82. Bahr R, Karlsen R, Lian O, Ovrebø RV(1994) Incidence and mechanisms of acute ankle inversion injuries in volleyball. A retrospective cohort study. *Am J Sports Med.*;22:595-600.
83. McKay GD, Goldie PA, Payne WR, et al (2008). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med.* 2001;35:103-108.102. McKeon P, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, Part II: is balance training clinically effective ?. *J Athl Train*; 43: 305- 15.
84. Smith RW, Reischl SF. (1986)Treatment of ankle sprains in young athletes. *Am J Sports Med*;14:465-471.
85. Jain TK, Wauneka CN, Liu W (2014) The effect of balance training on ankle proprioception in patients with functional ankle instability.*J Foot Ankle Res*;7(Suppl 1):A37.
86. Lee KY, Lee HJ,et al. (2012) Short-term rehabilitation and ankle instability. *Int J Sports Med*;33: 485–496.
87. Lubbe D, Lakhani E, Brantingham JW et al (2015)Manipulative therapy and rehabilitation for recurrent ankle sprain with functional instability: a short-term, assessor-blind, parallel-group randomized trial. *J Manipulative Physiol Ther*;38:22–34.
88. Schaefer JL, Sandrey MA (2012) Effects of a 4-week dynamic-balance training program supplemented with Graston instrument-assisted soft-tissue mobilization for chronic ankle instability. *J Sport Rehabil*;21:313–326.
89. Wright CJ, Linens SW, Cain MS (2016). A randomized controlled trial comparing rehabilitation efficacy in chronic ankle instability. *J Sport Rehabil*;24:1–32.