

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGIA

**ESTUDIO sobre la aplicación del “Star  
Excursion Balance Test” como método de  
Entrenamiento del equilibrio dinámico Y  
PROPIOCEPCIÓN en sujetos que  
presenten Inestabilidad funcional de  
Tobillo**

Tesis Entregada a la UNIVERSIDAD DE CHILE En cumplimiento parcial de los requisitos para optar  
al grado de LICENCIADO EN KINESIOLOGIA

**CAROLINA ANDRADE RIQUELME**

**PAMELA VILLENA RODRIGUEZ**

DIRECTORES DE TESIS: Dr. Giovanni Carcuro Klgo. Sergio Valdivia

PATROCINANTE DE TESIS: Sra. Silvia Ortiz Z.

**2006**



..	1
<b>AGRADECIMIENTOS .</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN .</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .</b>	<b>7</b>
<b>ABREVIATURAS ..</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCION .</b>	<b>11</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..</b>	<b>13</b>
<b>Pregunta de investigación .</b>	<b>13</b>
<b>Justificación .</b>	<b>13</b>
<b>MARCO TEORICO ..</b>	<b>15</b>
<b>Anatomía Funcional del Tobillo (Anexo 1) .</b>	<b>15</b>
<b>Biomecánica de la articulación del tobillo en inestabilidad .</b>	<b>15</b>
<b>Mecanismo de la lesión ..</b>	<b>16</b>
<b>Estabilidad y Propiocepción ..</b>	<b>17</b>
<b>Descripción del SEBT ..</b>	<b>20</b>
<b>Balance postural, propiocepción y SEBT .</b>	<b>21</b>
<b>OBJETIVOS E HIPOTESIS .</b>	<b>27</b>
<b>Objetivo General .</b>	<b>27</b>
<b>Objetivos Específicos ..</b>	<b>27</b>
<b>Hipótesis .</b>	<b>28</b>
<b>Variables .</b>	<b>28</b>
<b>Sensación de inestabilidad de tobillo .</b>	<b>28</b>
<b>Entrenamiento con SEBT .</b>	<b>28</b>
<b>Variables desconcertantes ..</b>	<b>28</b>
<b>MATERIAL Y METODO ..</b>	<b>29</b>
<b>Diseño de investigación ..</b>	<b>29</b>
<b>Población en Estudio .</b>	<b>29</b>

<b>Criterios de Exclusión . .</b>	<b>30</b>
<b>Muestra . .</b>	<b>30</b>
<b>Tipo de muestro / Selección de muestra . .</b>	<b>31</b>
<b>Descripción de la muestra .</b>	<b>31</b>
<b>Instrumentos de Recolección de Datos .</b>	<b>31</b>
<b>Procedimiento . .</b>	<b>31</b>
<b>Análisis de Datos .</b>	<b>32</b>
<b>RESULTADOS . .</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSIÓN .</b>	<b>37</b>
<b>DISCUSIÓN .</b>	<b>39</b>
<b>PROYECCIONES . .</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .</b>	<b>47</b>
ANEXO N° 1 Anatomía Funcional del Tobillo . .	47
ANEXO N° 2 .	51
ANEXO N° 3 .	51
Asterisco (estrella) del SEBT y sus direcciones .	52
ANEXO N° 4 .	53
ANEXO N° 5. Fisiopatología de la Inestabilidad de Tobillo . .	54
ANEXO N° 6 .	55
ANEXO N° 7 .	56
ANEXO N° 8 .	57
ANEXO N° 9 .	58
ANEXO N° 10 .	60

---

*A nuestros padres y hermanos, por el cariño y apoyo incondicional, por su comprensión y paciencia durante todo este tiempo, por acompañarnos siempre... Caro y Pame*



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos quienes participaron en este estudio:

- Al Dr. Giovanni Carcuro, por recibirnos en su casa, por su paciencia, compromiso, entrega y por el sacrificio de su tiempo para sacar adelante esta tarea. Además, por toda la confianza que depositó en nosotras.

- Al Klgo. Sergio Valdivia, por su apoyo, por estar siempre dispuesto a ayudarnos y resolver dudas. Por confiar en nosotras desde el comienzo.

- A Anita Pereira, por su excelente disposición y ayuda en la parte metodológica y análisis estadístico de nuestro estudio. Por todo su apoyo y comprensión.

- A la Klga. Marcela Antúnez por entregarnos su ayuda y orientación en todo momento.

- A todos nuestros compañeros y voluntarios que se animaron a participar del estudio, entregándonos su tiempo y dedicación.





---

## RESUMEN

Los individuos que han experimentado esguinces de tobillo, comúnmente siguen con un cuadro de inestabilidad funcional de éste, caracterizado por la sensación de falla de la articulación. Los entrenamientos de balance son realizados para tratar la existencia de déficits propioceptivos y para restaurar la estabilidad del tobillo.

El presente estudio, de tipo cuasi experimental longitudinal y ciego, tuvo por objetivo determinar si el SEBT aplicado como método de entrenamiento de equilibrio dinámico e indirectamente de propiocepción, producía un efecto favorable en ésta, en sujetos entre 18 y 30 años que realizan actividad física y presenten inestabilidad funcional de tobillo.

Este estudio fue realizado en el gimnasio de la Facultad de Medicina entre los meses de julio y octubre de 2006, el cual contó con la participación de 21 sujetos, 11 mujeres y 10 hombres (edad promedio 21.85 años) quienes firmaron un consentimiento informado antes de participar. Fueron sometidos a una evaluación clínica, realizada por el Dr. Giovanni Carcuro, y además fueron evaluados con el SEBT, donde se estimó si alguna de sus 8 direcciones de alcance presentaba una diferencia igual o mayor al 10% entre la extremidad inestable y la sana. Estos individuos realizaron un entrenamiento usando el SEBT consistente en 3 series de 15 repeticiones por dirección alterada, 3 veces a la semana, durante 6 semanas. Finalmente se les sometió a una segunda evaluación con el SEBT donde se determinaron diferencias antes y después del entrenamiento.

Los resultados arrojaron la existencia de una correlación directa entre la evaluación clínica y el resultado del SEBT (52.69% de tobillos izquierdos y 47.31% de tobillos derechos con inestabilidad según clínica y SEBT). Las direcciones más entrenadas fueron la AM, PM y M por 11, 9 y 6 sujetos respectivamente. Los tobillos inestables mejoraron su rendimiento con respecto a la evaluación inicial con una diferencia estadísticamente significativa en todos los promedios de alcances (excepto en la dirección AL) acercándose e incluso superando el rendimiento de los tobillos estables o sanos. Las diferencias de estos promedios según dirección fueron: A (3.23 cm), P (6.86 cm), L (5.04 cm), M (11.14 cm), AL (1.71 cm), AM (5.9 cm), PM (13.95 cm) y PL (6.09 cm).

Los resultados de este estudio nos permiten entonces, proponer y recomendar al SEBT como herramienta útil para la rehabilitación de pacientes con inestabilidad funcional de tobillo, complementando así los métodos que ya existen para el tratamiento de ésta.



# ABSTRACT



---

## ABREVIATURAS

<b>SEBT</b>	= Star Excursion Balance Test
<b>SNC</b>	= Sistema Nervioso Central
<b>OTG</b>	= Organo Tendinoso de Golgi
<b>ROT</b>	= Reflejos osteotendíneos
<b>ROM</b>	= Range of motion (Rango de movimiento articular)
<b>LPAA</b>	= Ligamento peroneo-astragalino anterior
<b>LPC</b>	= Ligamento peroneo-calcáneo
<b>LTPA</b>	= Ligamento tibio-peroneo anterior
<b>LTPP</b>	= Ligamento tibio-peroneo posterior
<b>LPAP</b>	= Ligamento peroneo-astragalino posterior
<b>LTAA</b>	= Ligamento tibio-astragalino anterior
<b>LTN</b>	= Ligamento tibio-navicular
<b>LTC</b>	= Ligamento tibio-calcáneo
<b>LTAP</b>	= Ligamento tibio-atragalino posterior
<b>AL</b>	= anterolateral
<b>A</b>	= anterior
<b>AM</b>	= anteromedial
<b>M</b>	= medial
<b>PM</b>	= posteromedial

**ESTUDIO sobre la aplicación del “Star Excursion Balance Test” como método de Entrenamiento del equilibrio dinámico Y PROPIOCEPCIÓN en sujetos que presenten Inestabilidad funcional de**

---

**P**  
= posterior

**PL**  
= posterolateral

**L**  
= lateral

# INTRODUCCION

Una de las lesiones más frecuentes que sufren las personas que practican algún tipo de deporte es el esguince de tobillo, el cual representa un 20% de todas las lesiones y entre un 7 y un 15 % de todas las emergencias. Dentro de éstos la gran mayoría son esguinces laterales, una menor parte de la sindesmosis tibioperonea, y una parte aún más pequeña de esguinces mediales. Aproximadamente un 25% de los esguines ocurren en jugadores de fútbol y un 40% en jugadores de básquetbol.

Dentro de los factores predisponentes de lesión, el más significativo es un esguince de tobillo previo, o cualquier otro tipo de lesión de tobillo. Está demostrado que el 78 % de los esguinces de tobillo ocurren en tobillos previamente lesionados. Un estudio de Maguire, Hosea y Beynnon demostró que un equilibrio deficiente o un retropié varo también pueden ser predisponentes de lesiones en el tobillo (Hosea y cols, 2000). Baumhauer y cols. probaron en un estudio que individuos con desbalances musculares podrían exhibir una mayor incidencia de esguinces de tobillo por inversión. (Baumhauer, 1995)

Una de las consecuencias más significativas luego del esguince de tobillo, es la inestabilidad funcional de tobillo, definida por Freeman como “una tendencia del pie a fallar (give way) después de un esguince de tobillo”. Una definición más reciente es sensación recurrente de incapacidad e invalidez en la realización de actividades que normalmente no causan incapacidad, por ejemplo caminar en terrenos irregulares, actividades deportivas, saltos o giros (Bergfeld, 2005). La inestabilidad mecánica de tobillo se refiere a la alteración de los componentes anatómicos de la articulación (Kawaguchi,

1999).

La incidencia de síntomas residuales y desarrollo de inestabilidad crónica de tobillo después de un esguince lateral de tobillo ha sido registrada entre 31% y 40% (Olmsted, Carcia, Hertel, y Shultz, 2002).

En Chile no existen publicaciones ni estudios de datos concretos acerca del porcentaje de esguinces de tobillo dentro de las lesiones traumáticas, o de la incidencia de la inestabilidad de tobillo luego de producido el esguince. Sin embargo es una lesión común, principalmente entre deportistas, y posee tratamiento.

Actualmente hay diferentes enfoques para tratar la inestabilidad de tobillo, algunos estudios dan más importancia al reentrenamiento de la fuerza y balance muscular, fortaleciendo los músculos peroneos para así mejorar el control de la articulación, asociado esto al entrenamiento propioceptivo.

A pesar de que existen formas para reeducar la propiocepción, existen pocas pruebas objetivas para evaluarla. El SEBT es un test funcional que incorpora una postura de apoyo unipodal con el alcance máximo de la pierna opuesta, lo que desafía el control postural, fuerza, rango de movimiento y habilidades propioceptivas de los sujetos.

Por esta razón, la meta de nuestro estudio es determinar si el SEBT, prueba propuesta por Kinzey y Armstrong para evaluar el equilibrio dinámico, sirve como método para entrenar la propiocepción en forma indirecta.



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## Pregunta de investigación

¿Cuál es la mejoría de inestabilidad funcional de tobillo, conseguida después de aplicar un programa de entrenamiento utilizando el Star Excursion Balance Test como método indirecto de entrenamiento propioceptivo, a individuos entre 18 y 30 años?

## Justificación

La inestabilidad funcional de tobillo que sigue a un esguince, puede ser causada por inestabilidad mecánica, debilidad muscular y déficit propioceptivo. Como hemos descrito anteriormente, en la literatura no se cuenta con un método objetivo no computarizado y a la vez práctico para la evaluación de la propiocepción, sin embargo, existe una cantidad importante de pacientes que quedan con una alteración de ésta luego de sufrir un esguince de tobillo. Para recuperar esta estabilidad se debe hacer una rehabilitación muscular completa que trate tanto el desbalance muscular, del que se conoce un entrenamiento, como la propiocepción.

El SEBT ha sido probado como método de evaluación de balance dinámico y nuestro propósito es establecer si éste, aplicado como entrenamiento, contribuiría a mejorar el equilibrio dinámico y así disminuir indirectamente el déficit propioceptivo. De esta forma aportaríamos un procedimiento fácil de aplicar que podría complementar los procesos de entrenamiento de propiocepción actuales, para poder recuperar un importante número de pacientes y deportistas que presentan una inestabilidad de tobillo luego de haber sufrido una lesión.

# MARCO TEORICO

## Anatomía Funcional del Tobillo (Anexo 1)

### **Biomecánica de la articulación del tobillo en inestabilidad**

---

La articulación del tobillo es responsable de transmitir el torque desde la extremidad inferior al pie durante la carga de peso. Permite aisladamente la flexión plantar y dorsiflexión con un eje de rotación que pasa a través de los maleólos medial y lateral, y también una pequeña cantidad de movimiento en los planos transversal y frontal debido a este eje de rotación oblicuo.

Las superficies articulares son las principales estabilizadoras de la articulación del tobillo y sus formas permiten una mayor traslación del tobillo en el plano sagital sobre el lado lateral y luego sobre el lado medial, aumentando la estabilidad en dorsiflexión, durante la cual el peroné se mueve distalmente incrementando la estabilidad de la articulación.

La articulación subastragalina es el segundo convertidor del torque entre la extremidad inferior y el pie y permite la pronación y supinación.

Biomecánicamente el retropié se acomoda a las pendientes y ondulaciones del

terreno al comienzo de la fase de apoyo y el centro de gravedad del cuerpo se posiciona con seguridad sobre la planta del pie.

El LPAA y el LPC son estructuras importantes considerando el rol biomecánico que juegan en la estabilidad e inestabilidad de tobillo. El principal rol biomecánico del LPAA es prevenir el desplazamiento anterior del astrágalo en relación a la mortaja. La tensión del LPAA aumenta en la medida en que aumenta la flexión plantar de tobillo y toma una orientación más vertical asumiendo el rol de ligamento lateral “colateral” del tobillo en la flexión plantar completa. Estas características, junto con el incremento del riesgo de los ligamentos laterales del tobillo, hacen que el LPAA sea el ligamento lateral que se lesiona con mayor frecuencia.

El LPC es mucho más discreto, resiste la supinación de la articulación sub-astragalina y del tobillo, restringiendo la inversión y la rotación interna de la articulación sub-astragalina posterior. La tensión en el LPC aumenta con la dorsiflexión, se orienta más verticalmente y toma el rol de ligamento lateral “colateral” del tobillo, siendo ésta su función más importante.

La unión músculo-tendinosa actúa en el tobillo generando “rigidez” dinámica, ayudando a la estabilidad bajo grandes cargas. Los peroneos largo y corto son los músculos integrales en la resistencia mecánica en la lesión de inversión.

Los mecanorreceptores del tobillo entregan información feedback al SNC y de vuelta a los músculos. Sin embargo, en una óptima frecuencia de respuesta, el tiempo de reacción de estos músculos en condiciones normales es de aproximadamente 126 mseg comparado con el tiempo en el momento de una lesión que es de 40 mseg. Por lo tanto, se necesita de la actividad premilimar de algunos músculos como parte del mecanismo normal de protección de la unión músculo-tendinosa. La pérdida de alguna de estas actividades preparatorias podría ser importante en el riesgo de re-injuria.

Durante la bipedestación, el 60,5 % del peso es soportado por el talón, pero el centro de presión se mueve rápidamente hacia adelante durante el ciclo de la marcha, donde la carga pasa al antepié y se mantiene en éste tres veces más que en el retropié. Esto significa que el tobillo gasta más tiempo en flexión plantar con un incremento biomecánico del riesgo de lesión (Twaddle, 2005).

---

## **Mecanismo de la lesión**

---

Cuando un tobillo cargado está sujeto a un torque rotacional, usualmente el resultado será una fractura de tobillo. Para que se produzca un esguince de tobillo, la carga sobre el tobillo puede tener una combinación de inversión y flexión plantar, pasar las restricciones óseas de la articulación y luego cargar con un peso considerable (generalmente el peso del cuerpo), y producir un torque de inversión que pueda llevar a una lesión de ligamento lateral. Esta posición de riesgo requiere de una inversión y flexión plantar de grados considerables pero aún dentro del ROM normal, donde la restricción pasiva a través de las estructuras como los ligamentos, no ha sido alcanzada (Konradsen, 2005). (Anexo 2)

---

## Estabilidad y Propiocepción

---

En el tobillo existen estructuras estáticas (ligamentos y cápsula de la articulación) y dinámicas (músculos peroneos y tibial posterior) que aportan a la estabilidad. Además, el sistema nervioso también está involucrado en la estabilidad de tobillo, y en general en el equilibrio y postura del cuerpo. Por esta razón explicaremos el concepto de propiocepción, que nos sirve para entender la inestabilidad funcional de tobillo, la cual se presenta cuando el paciente, a pesar de tener músculos y ligamentos indemnes, refiere que su tobillo “falla”, es decir, lo siente inestable.

Antes de definir propiocepción, conoceremos el concepto de estabilidad. Riemann y Lephart definen estabilidad como el estado de una articulación que queda o vuelve inmediatamente a la alineación apropiada por un igualamiento de fuerzas. Este proceso de mantenimiento funcional de la estabilidad articular es logrado por la relación complementaria entre componentes estáticos y dinámicos. Los estáticos o pasivos son la cápsula, ligamentos, cartílagos articulares, más la fricción y la geometría ósea de los partners articulares. Las contribuciones dinámicas provienen del feedback (retroalimentación) y el feedforward (anticipación) del control neuromotor de los músculos esqueléticos que cruzan la articulación. El feedback se refiere a las acciones que se producen en respuesta a la detección sensorial por la llegada del estímulo en forma directa; en cambio el feedforward se refiere a los ajustes producidos en el sistema cuando detecta un estímulo inminente y se prepara para responder a él, antes de que éste llegue, elaborando una respuesta anticipada a la llegada del estímulo dada por las experiencias anteriores (Riemann y Lephart, 2002).

Dentro de la función y fisiología de las articulaciones encontramos receptores que están involucrados con el sistema locomotor y que entregan información sensitiva a la corteza cerebral acerca de la postura y posición de todos los segmentos del cuerpo.

Cuando originalmente fue introducido por Sherrington, el término de propiocepción fue definido para incluir todas las entradas neurales originadas desde las articulaciones, músculos, tendones y asociadas a tejidos profundos. Cuando estas estructuras son sometidas a deformaciones mecánicas, potenciales de acción son conducidos al sistema nervioso central (SNC), donde la información puede influir en la respuesta muscular y sentido de posición. La integración de las entradas aferentes neurales al SNC contribuye a la capacidad del cuerpo de mantener la estabilidad postural. La unidad básica donde estos potenciales de acción se originan son los receptores de las articulaciones, los cuales son estimulados por fuerzas mecánicas asociadas a la elongación de tejidos blandos, relajación, compresión y tensión (Kawaguchi, 1999). Sherrington además declaró que la propiocepción es usada para la regulación del equilibrio postural y la postura segmentaria (Riemann y Lephart, 2002).

La propiocepción entonces puede ser definida como el sistema mediante el cual un individuo percibe la posición estática y dinámica de los distintos segmentos corporales. Puede ser definida además como una variación especializada de la modalidad sensorial táctil, que abarca las sensaciones de movimiento (cinestesia) y la posición de las articulaciones (Riemann y Lephart, 2002).

El sistema sensorio motor incorpora todas las aferencias, eferencias, integración central y procesamiento de los componentes implicados en el mantenimiento funcional de la estabilidad articular. Aunque los input visual y vestibular contribuyen, los mecanorreceptores periféricos son los más importantes dentro de una perspectiva clínica ortopédica, los cuales residen en tejidos cutáneos, musculares, articulares y ligamentosos (Riemann y Lephart, 2002).

Wyke describió y clasificó estos mecanorreceptores periféricos según diferentes características:

- - Tipo I (postural): son de umbral bajo, adaptación lenta y responden a cambios por estrés mecánico. Son activados en cada posición de la articulación, incluso cuando está inmóvil. Su frecuencia de descarga cambia siempre que la articulación es movida. Se ubican en la cápsula articular superficial de las articulaciones proximales.
- - Tipo II (dinámico): son de umbral bajo pero de adaptación rápida. Están totalmente inactivos en articulaciones inmóviles y se activan por períodos breves sólo al inicio del movimiento, señalando aceleración articular. Se ubican en la cápsula profunda de las articulaciones distales.
- - Tipo III (inhibitorio): son de umbral alto (traducen los estímulos más intensos), se adaptan lentamente y son completamente inactivos en articulaciones inmóviles, se activan sólo con movimientos extremos de la articulación. Se ubican en cápsula articular y ligamentos intrínsecos y extrínsecos.
- - Tipo IV (nociceptor): son inactivos en circunstancias normales, pero se activan cuando son sometidos a una marcada deformación mecánica o tensión, o en respuesta a irritación directa mecánica o química. Se ubican en múltiples tejidos (Kawaguchi, 1999).

Además de los mecanorreceptores, existen otras entradas de información propioceptiva como son el huso neuromuscular y el órgano tendinoso de Golgi (OTG). El huso neuromuscular, ubicado en las fibras intrafusales del músculo, detecta longitud y velocidad de la contracción muscular. El OTG está ubicado en las fibras extrafusales y detecta la fuerza o tensión muscular producida en una contracción; tienen un ordenamiento en serie, un umbral bajo y una sensibilidad dinámica exhibida por las terminaciones sensoriales, lo que permite señalar la tensión activa del músculo, es decir, durante la contracción muscular.

La integración de la información propioceptiva se realiza en tres niveles:

- - Nivel Superior: corteza cerebral, ganglios basales y cerebelo. Aquí se encuentra la conciencia cognoscitiva de posición y movimientos corporales, se inician y programan los órdenes para los movimientos voluntarios. En el nivel cerebeloso se produce la ejecución repetida de los movimientos lo que hace posible su realización inconsciente.
- - Nivel Medio: tronco encefálico. La información propioceptiva proviene de las articulaciones, del vestíbulo y de la información visual; por lo tanto en esta área se controla la postura y el equilibrio.

- Nivel Inferior: médula espinal, nivel de integración más básico. La información proviene de los husos neuromusculares y de los receptores articulares, acá se desencadenan los reflejos osteotendíneos (ROT) y la estabilización muscular refleja durante una tensión superior a la normal, la cual se define como una contracción muscular inconsciente ante un estímulo de aumento de tensión, cambio de posición o dolor en una articulación, para contrarrestar un movimiento (Riemann y Lephart, 2002).

Durante un esguince traumático de tobillo, numerosos factores pueden causar daño a los componentes neurales de la articulación, dejando en el individuo una sensación de inestabilidad aunque las estructuras anatómicas articulares se hayan recuperado. Cuando existe déficit propioceptivo se resta eficacia a los resultados funcionales, se dificulta la rehabilitación completa con lo que se predispone a una recaída. Es por esta razón que uno de los ingredientes de un programa de rehabilitación exitoso luego de un esguince de tobillo debe esforzarse en intentar compensar todos estos déficits neurales, por lo que es fundamental incluir un entrenamiento de propiocepción, para revertir de esta forma la inestabilidad funcional. Las posibles causas de la alteración de la propiocepción pueden ser la inmovilización, ya que cesa el estímulo a los receptores periféricos y no hay transmisión de ningún impulso hacia los centros de integración. Por otro lado el derrame articular disminuye la contracción muscular refleja (Riemann y Lephart, 2002).

No está científicamente comprobado cómo resolver la inestabilidad funcional de tobillo, ni qué métodos son los más eficientes para lograrlo; se han propuesto tanto ejercicios de fortalecimiento muscular para peroneos y tibial posterior, como entrenamientos de propiocepción.

Una correcta rehabilitación neuromuscular propioceptiva debe incluir los tres niveles de integración, y los objetivos son: estimular receptores musculares y articulares, reentrenar vías aferentes alteradas y generar máxima descarga a nivel del SNC. El entrenamiento además debe incluir una progresión, es decir comenzar con un entrenamiento de equilibrio y conciencia de posición para finalmente progresar a las actividades específicas de cada deporte, reentrenando el gesto deportivo necesario. Para un programa de rehabilitación de extremidades inferiores la mayor estimulación de los mecanoreceptores se consigue en posición de cadena cinética cerrada y con carga axial, de esta forma se activan cocontracciones musculares (Riemann y Lephart, 2002).

Un entrenamiento clínicamente aplicado para mejorar la inestabilidad funcional de tobillo es el Test de Romberg. Con este test pueden realizarse medidas objetivas de equilibrio y propiocepción teniendo al sujeto en apoyo unipodal sobre la extremidad afectada. Una prueba similar que es significativamente más objetiva es *Instrumented Stabilometry*. Este método usa un plato de fuerza para medir el desplazamiento del centro de presión de un paciente mientras está en una posición inmóvil permanente. Kinzey y Armstrong ilustraron un examen más funcional al describir el SEBT. En este test ellos propusieron una medida dinámica de balance, donde describen la capacidad de mantener la postura en una sola pierna mientras se mueve la otra (Kawaguchi, 1999).

Los entrenamientos de propiocepción en pacientes con inestabilidad de tobillo tienen en general un 90% de entre buenos y excelentes resultados a diferencia de los pacientes

no tratados que presentan una mejoría del 60% (Karlsson, 2005).

## **Descripción del SEBT**

El SEBT es un test funcional que incorpora una postura de apoyo unipodal con el alcance máximo de la pierna opuesta. El SEBT se realiza con el sujeto parado en el centro de un asterisco puesto en el piso, con 8 líneas extendidas a 45° del centro de éste. Las 8 líneas colocadas en el asterisco se etiquetan según la dirección de la excursión concerniente a la pierna de apoyo: anterolateral (AL), anterior (A), anteromedial (AM), medial (M), posteromedial (PM), posterior (P), posterolateral (PL) y lateral (L). (Anexo 3)

La meta del SEBT es alcanzar lo más lejos posible con una pierna en cada una de las 8 direcciones descritas mientras mantiene el equilibrio con la pierna contralateral. La pierna de apoyo requiere dorsiflexión de tobillo, flexión de rodilla y flexión de cadera en rangos de movimientos y fuerza adecuados, propiocepción y control neuromuscular para realizar estas tareas de alcance. El SEBT es mejor descrito como un test funcional que cuantifica el alcance de la extremidad inferior mientras son desafiados los límites de estabilidad de un individuo. La confiabilidad del SEBT ha sido investigada en 2 estudios previos. Ha sido demostrado que el SEBT tiene confiabilidad intraobservador e interobservador.

El asterisco debe construirse en un espacio adecuado para el entrenamiento usando cinta adhesiva de 7.62 cm de ancho, dentro de un cuadrado de 182,9 cm por 182,9 cm en una superficie regular y de baldosa dura.

Antes de que el sujeto comience la prueba se debe realizar una demostración verbal y visual del procedimiento del test por el examinador. Cada sujeto debe realizar 6 ensayos de práctica en cada una de las 8 direcciones para que cada pierna llegue a familiarizarse con la tarea, según lo recomendado por Hertel y cols. Después de los ensayos de práctica, los sujetos deben realizar un calentamiento previo, que consiste en trote suave de diez minutos y posteriormente elongar cuádriceps, isquiotibiales y el trícepssural antes del test.

Para realizar el SEBT, el sujeto debe mantenerse sobre una sola pierna en el centro del asterisco mientras que alcanza con la pierna contralateral (pierna del alcance) lo más lejos posible a lo largo del vector que corresponde a las diferentes direcciones (A, AM, AL, L, etc.). El sujeto debe tocar ligeramente el punto más lejano posible en la línea con la parte más distal del pie de alcance asegurándonos de que la estabilidad fue alcanzada con el control neuromuscular adecuado de la pierna de apoyo; es por esto que no puede cargar peso con la pierna de alcance mientras ésta llega a la distancia más lejana que pueda sobre la línea. El sujeto debe volver a una posición central después de cada alcance. El examinador medirá manualmente la distancia del centro del asterisco al punto de alcance con una cinta métrica en cm. Las medidas serán tomadas después de cada alcance por el mismo examinador. (Anexo 4)

Se dará un tiempo de 15segundos entre los alcances a modo de descanso para



evitar menor alcance a causa de fatiga muscular. Se realizarán 3 alcances para cada pierna en cada una de las 8 direcciones, registrando como alcance definitivo el mejor de los 3 intentos. Todos los ensayos serán realizados en orden secuencial en cualquiera de las dos direcciones, en el sentido de las agujas del reloj con la extremidad inferior derecha (como pierna de alcance) y en el sentido contrario con la izquierda.

Serán desechados y repetidos los siguientes alcances:

1. El sujeto no toca la línea con el pie de alcance mientras mantiene el peso con la pierna de apoyo.
2. Levanta el pie de apoyo del centro del asterisco.
3. Pierde el equilibrio en cualquier punto de la prueba.
4. No mantiene las posiciones inicial y final para un siguiente alcance.
5. El sujeto al realizar el alcance carga peso sobre el pie de alcance. En otras palabras, si el pie de alcance es utilizado para agrandar la base de sustentación, el ensayo no será registrado; la base de sustentación será siempre el pie de apoyo para toda la prueba, a excepción de la fracción de segundo en la que el pie de alcance toca muy ligeramente el suelo durante el alcance (pero no se apoya en él).

Se deben evaluar ambas extremidades inferiores del paciente, y diremos que el test se encuentra alterado cuando existe una diferencia del 10% o más entre las diferentes direcciones, teniendo como referencia el pie sano (Olmsted, Garcia, Hertel, y Shultz, 2002).

## Balance postural, propiocepción y SEBT

El balance postural es una función compleja que depende de la interacción de varios factores, incluyendo propiocepción, fuerza, función de los estabilizadores articulares dinámicos y estáticos y equilibrio postural. Los estabilizadores articulares dinámicos son las unidades musculotendíneas que mantienen la posición de la extremidad y de la articulación, y reaccionan a los cambios de carga y fuerza. Los estabilizadores articulares estáticos incluyen ligamentos y arquitectura ósea que limita el movimiento articular. (Myer, Paterno, Ford, Quatman y Hewett, 2006)

El balance postural se define, además, como la habilidad para mantener la posición del cuerpo, específicamente el centro de gravedad (CG) dentro de límites específicos en el espacio; esta estabilidad debe establecer un equilibrio entre las fuerzas desestabilizadoras y estabilizadoras. (Bernier y Perrin, 1998)

Las actividades dinámicas son aquellas que causan que el centro de gravedad se mueva en respuesta a la actividad muscular. Esta actividad muscular puede presentarse por cualquier fuente de alteración interna o externa. Durante las actividades dinámicas, el centro de presión (promedio ponderado de todas las presiones sobre el área de la superficie en el contacto con la tierra) viaja entre los límites de la base de sustentación y a veces fuera de ésta (Kinzey y Armstrong, 1998). Por lo tanto la mayor parte de las actividades de la vida diaria, como caminar, correr, subir escaleras, etc., son actividades

dinámicas, por lo que se requiere un balance dinámico para ser controladas.

Para lograr estas tareas, el control postural requiere integración de información sensorial, para evaluar la posición y movimiento del cuerpo en el espacio; y la habilidad de generar fuerzas, para controlar la posición. Además, exige mecanismos reflejos que implican la actividad coordinada de tres sentidos del balance: sistema visual, vestibular y somatosensorial. Para mantener el balance, un cuerpo está en un estado constante de movimiento automático, intentando mantener el centro de gravedad sobre la base de sustentación. El balance es preservado por movimientos de tobillo, rodilla y cadera y podrían perturbarse cuando el centro de gravedad no puede ser detectado correctamente o cuando los movimientos correctivos no son ejecutados en una manera coordinada y fluida.

Estos tres sentidos de balance trabajan en combinación y son todos importantes para la ejecución de correcciones posturales coordinadas. El daño en un componente es compensado por los otros dos. Es fundamental que estos sentidos proporcionen información adecuada para que pueda ocurrir la organización sensorial, proceso mediante el cual los tres sentidos reciben inputs para luego determinar la respuesta adecuada aún cuando alguno esté entregando información errada. (Bernier y Perrin, 1998)

El sistema vestibular juega sólo un rol menor en la mantención del balance cuando el sistema visual y sensorial están funcionando. El rol primario del sistema vestibular es sentir señales de aceleración de la cabeza en relación al cuerpo y al ambiente. Éste permite control independiente de las posiciones de cabeza y ojos.

La visión es un sentido importante para el control del balance. Cuando hay un conflicto somatosensorial, por ejemplo una plataforma de movimiento o una superficie esponjosa, el balance disminuye significativamente con los ojos cerrados comparado con los ojos abiertos. En una superficie estable, cerrar los ojos podría causar sólo un mínimo aumento en el balanceo postural en sujetos normales. Sin embargo, si un input somatosensorial es interrumpido debido a la lesión, el cierre de los ojos podría aumentar el balanceo significativamente.

Los mecanorreceptores proporcionan información a los tres sistemas de movimiento, los que ayudan en la regulación del balance. El reflejo miotático de estiramiento es el primer sistema que reacciona a aproximadamente 40 milisegundos, el segundo sistema es autónomico y reacciona a los 90 a 100 milisegundos y el tercer sistema es voluntario y reacciona a los 150 milisegundos. Una rotación externa forzada o aumento de carga en la articulación sensibiliza los husos musculares para aumentar la actividad en el músculo y mejorar las propiedades de contracción muscular. La “rigidez” muscular es descrita como la resistencia del músculo al estiramiento y es dependiente sobre el nivel de activación muscular. Los reflejos de estiramiento podrían a veces ser inapropiados o insuficientes y actuar desestabilizando el balance. Por lo tanto, otros sistemas de movimiento, los que dependen de input alternos, son requeridos para mantener el balance (Bernier y Perrin, 1998).

Además de las estrategias sensoriales, existen estrategias motoras (organización de movimientos apropiados para controlar la posición del cuerpo en el espacio), que

---

permiten que se realice el control postural.

Dentro de las estrategias motoras para el control postural se han descrito patrones característicos de actividad, llamados sinergias musculares, que se asocian con estrategias posturales de movimiento. Estos patrones se refieren a: *Estrategia de tobillo*, que se encuentra dentro de los primeros patrones para controlar la postura de pie. Esta estrategia restaura el CG a una posición de estabilidad a través de movimientos centrados en la articulación de los tobillos y por lo tanto requiere de un completo rango de movimiento de tobillo y la fuerza necesaria para su control. *Estrategias de cadera*, controla los movimientos del CG produciendo un movimiento mayor y rápido en las caderas con rotaciones antifase del tobillo, sirve para restaurar el equilibrio en repuesta a una perturbación de mayor magnitud y velocidad, cuando la base de sustentación es flexible o menor que los pies. Por último *estrategia suspensoria*, ocupada cuando una fuerza externa saca el CG de la base de sustentación de los pies.

Dentro del concepto de estabilidad de tobillo, existen 3 elementos neuromecánicos involucrados y sus interrelaciones coordinadas con respecto al movimiento. Estos elementos incluyen, sistemas mecánicos pasivo, activo (o muscular) y neural. El sistema mecánico pasivo incluye estructuras no contráctiles y tensión muscular pasiva, que mantiene la estabilidad en contra de perturbaciones impuestas mediante influencias de rigidez pasiva, laxitud articular y rango de movimiento de la articulación. El sistema activo incluye elementos contráctiles que cruzan el tobillo y proveen tensión de control, músculos activos o rigidez mediada por reflejo para el control del tobillo, y estabilidad postural.

La rigidez de los músculos activos es un parámetro controlable, el cual incluye componentes de rigidez intrínseca asociada con contracción muscular basal (tono muscular) y rigidez mediada por reflejo. El sistema neural recibe entradas periféricas desde los otros 2 sistemas mediante vías aferentes y responde con estrategias óptimas en términos de cinemática, cinética, y patrones de control motor para la ejecución exitosa de movimientos estables. Los input periféricos son información aferente derivada de receptores cutáneos, mecanorreceptores en husos musculares, tendones, ligamentos y cápsulas articulares. Entre estos sistemas, la desaferentación de mecanorreceptores en el sistema neural podría causar inapropiado posicionamiento de la articulación del tobillo lo que podría estar asociado con inestabilidad de tobillo y postural. (You, Granata y Bunker, 2004)

Freeman y cols. propusieron que la lesión de tobillo podría causar interrupción de aferentes articulares localizados en los ligamentos de soporte y la cápsula, dejando un daño en el sistema de control postural. Usando el test de Romberg modificado, encontraron una disminución en la habilidad de mantener el balance estático sobre la extremidad afectada cuando compararon la extremidad ilesa de pacientes con lesión unilateral de tobillo. De sus descubrimientos de control postural disminuido, ellos propusieron una desaferentación parcial de mecanorreceptores articulares en tobillos funcionalmente inestables, los que contribuyen a síntomas de inestabilidad funcional. (Bernier y Perrin, 1998)

Normalmente, la sensación de posición del tobillo es detectada periféricamente por

mecanorreceptores en los ligamentos y cápsulas alrededor del tobillo. Los inputs periféricos son luego transmitidos a los sistemas nerviosos centrales para optimizar la coordinación del movimiento del tobillo vía refleja o por mecanismo de control de rigidez activa, de ese modo previene que ocurran lesiones. Por ejemplo, el posicionamiento cuidadoso del tobillo al iniciar la fase de apoyo en la marcha (flexión plantar e inversión) o cutting (inversión) requiere tanto propiocepción sana como control de rigidez coordinada vía reclutamiento muscular adecuado, jugando así un importante rol en la estabilidad de tobillo.

Sin embargo, traumas repetitivos a los mecanorreceptores causados por esguinces recurrentes de tobillo, podrían perjudicar la capacidad para sentir adecuadamente la posición del tobillo cuando es invertido en una condición potencial de causar injuria.

La incapacidad para sentir la posición de la articulación podría alterar coordinación de movimientos y patrones de reclutamiento motor, incluyendo tiempos de respuesta alterada, duración, y amplitud de la actividad muscular de peroneos. Tropp y cols. encontraron correlación significativa entre inestabilidad postural e incidencia de esguinces de tobillo subsecuentes. Quizás, individuos con funcionamiento perjudicado de la propiocepción de tobillo y control de rigidez podrían estar predispuestos a inestabilidad crónica de tobillo, asociados a inestabilidad postural si la intervención proporcionada no es adecuada. (You, Granata y Bunker, 2004)

La inestabilidad funcional de tobillo tiene una etiología atribuida a laxitud articular, a déficit sensoriomotores o una combinación de ambas entidades. Varios autores han especulado que déficits sensoriomotores son su causa primaria y, por lo tanto, deberían ser el blanco primario de las estrategias de intervención. (Hertel, Braham, Hale y Olmsted-Kramer, 2006)

Por este motivo es importante la búsqueda de test clínicos que pudiesen ser usados para evaluar déficits sensoriomotores relacionados con inestabilidad crónica de tobillo y algunos de ellos podrían también ser usados como marcadores objetivos de mejoramiento con rehabilitación.

Las técnicas de evaluación funcional, como una variación en el test de Romberg, y varios test como saltar y de agilidad, han sido registradas en literatura de inestabilidad de tobillo. La inhabilidad de mantener una postura segura durante la mantención sobre una sola pierna ha sido, consistentemente mostrada, estar asociada con inestabilidad de tobillo; sin embargo, la sensibilidad de estas evaluaciones ha sido cuestionadas en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo. Docherty y cols. demostraron una relación entre la ejecución del test lado a lado y de hop test, y el nivel de disfunción de tobillo auto-referida. Sin embargo, en otros estudios no se han encontrado diferencias significativas entre aquellos con y sin inestabilidad crónica de tobillo en tareas de salto y agilidad.

Una prueba funcional que puede sostener la promesa de detectar déficits relacionados a inestabilidad crónica de tobillo es el Star Excursion Balance Test (SEBT). El SEBT es un test clínico dado a conocer que sirve para detectar déficit de rendimiento funcional asociado con patología en la extremidad inferior en oposición a individuos sanos. El SEBT consiste en una serie de tareas de alcance de la extremidad inferior en

---

ocho direcciones que desafía el control postural de los sujetos, fuerza, rango de movimiento, y habilidades propioceptivas. Mientras más lejos un sujeto puede alcanzar con una pierna mientras se balancea sobre la opuesta, mejor rendimiento funcional se considera que ellos tienen. La habilidad de alcanzar más lejos con una extremidad requiere una combinación de mejor balance, fuerza y movimiento sobre la extremidad de apoyo contralateral (Hertel, Braham, Hale y Olmsted-Kramer, 2006).

La información con respecto a la posición de las extremidades inferiores podría ser llevada usando mecanismos propioceptivos. La retroalimentación propioceptiva durante tareas de alcance, provee información acerca de la posición de la extremidad y ha sido demostrado ser importante en el desarrollo del sistema de coordinación interna. Es importante destacar que las personas no realizan tareas de alcance con sus extremidades inferiores frecuentemente, por lo que estas vías nerviosas, las cuales están fácilmente disponibles para las tareas de alcance con extremidades superiores, podrían no estar así de disponibles cuando se describen estos movimientos con las extremidades inferiores. La estrategia elegida por los sujetos para ejecutar el test involucra además una bajada controlada del cuerpo para maximizar el alcance. Esto es logrado a través de contracciones excéntricas e isométricas de los extensores de rodilla de la extremidad de apoyo. El grado de alcance que puede ser logrado depende claramente de la fuerza de estos músculos.

Un óptimo alcance durante el SEBT requiere de la integración precisa de la función de los sistemas nervioso y músculoesquelético. La fuerza absoluta de la pierna de apoyo podría además influenciar en el resultado del test. Como el SEBT es una herramienta nueva, el desarrollo de su integración podría ser dificultosa y requiere de práctica. Esta práctica permitiría la activación de un circuito neural apropiado y el resultado de la coordinación del movimiento para ser desarrollado. Este método resulta ser apropiado como parte de la rehabilitación del equilibrio dinámico, porque la fuerza, el movimiento complejo y el control neural asociado con el SEBT podría ser una actividad útil para estimular los sistemas involucrados en forma progresiva en pacientes seleccionados. (Kinzey y Armstrong, 1998)

Siguiendo toda la información entregada, en nuestro estudio se tomó un grupo de pacientes que refería inestabilidad funcional de tobillo en una de sus extremidades, y presentaba en su historia clínica una o más lesiones de esguince de tobillo. Estos pacientes no presentaban disminución de fuerza ni de rango en la extremidad afectada, ni alteraciones de equilibrio. Sin embargo referían inestabilidad. Esto nos conduce a pensar en una falla propioceptiva en la articulación del tobillo, lo que envía una información alterada de la posición del tobillo haciéndola susceptible a nuevas lesiones. Por esto buscamos mediante este test, que requiere de habilidad propioceptiva para desarrollarse, aplicado como entrenamiento para individuos con inestabilidad, estimular la integración de la información propioceptiva ayudando a la estabilidad de la articulación y mejorando el feedback de la misma para mantener su posición.

Fisiopatología de la Inestabilidad de Tobillo (Anexo 5)



# OBJETIVOS E HIPOTESIS

## Objetivo General

- Establecer la utilidad del SEBT como método de entrenamiento del equilibrio dinámico e indirectamente de la propiocepción en pacientes con inestabilidad funcional de tobillo.

## Objetivos Específicos

- Establecer la existencia de correlación entre el examen clínico y los resultados del SEBT.
- Identificar una diferencia mayor del 10% de alcance entre un pie y otro, en cualquiera de las direcciones del SEBT en cada uno de los pacientes.
- Establecer si este entrenamiento produce efectos en el equilibrio dinámico y propiocepción en los pacientes que presentaban alteración del test inicialmente, a

través de una segunda medición después de seis semanas de entrenamiento.

## Hipótesis

El tipo de entrenamiento (SEBT) produce un efecto favorable en la sensación de inestabilidad y en forma indirecta en la propiocepción en pacientes con inestabilidad funcional de tobillo.

## Variables

### Sensación de inestabilidad de tobillo

---

*Definición conceptual:* sensación recurrente de incapacidad e invalidez del tobillo en la realización de actividades de la vida diaria luego de haber sufrido al menos un esguince.

*Definición operacional:* evaluación clínica, encuesta de sensación de inestabilidad y SEBT.

*Tipo:* dependiente.

### Entrenamiento con SEBT

---

*Definición conceptual:* realización del SEBT durante 6 semanas, tres veces por semana en los parámetros alterados inicialmente.

*Definición operacional:* diferencia de centímetros en el SEBT.

*Tipo:* independiente.

### Variables desconcertantes

---

- - Lesiones durante el entrenamiento.
- - Realización de otro tipo de entrenamiento propioceptivo (no se incluye dentro de éstos el entrenamiento deportivo, ya que si no se entrena específicamente la propiocepción, ésta no mejorará su alteración).
- - Adhesión de los pacientes al tratamiento.
- - Motivación de los pacientes.



# MATERIAL Y METODO

## Diseño de investigación

### *Tipo de Estudio*

Realizamos un estudio cuasi experimental, longitudinal y ciego.

### *Limitación del Estudio*

- Tipo de muestreo.
- Evaluación clínica: Operador dependiente.
- Evaluación funcional (SEBT): depende del estado físico y psicológico del paciente en el momento de la evaluación.
- Efectividad del entrenamiento puede verse influenciada por: calidad de las sesiones de entrenamiento y actividades del paciente durante el período de entrenamiento.

## Población en Estudio

## **ESTUDIO sobre la aplicación del “Star Excursion Balance Test” como método de Entrenamiento del equilibrio dinámico Y PROPIOCEPCIÓN en sujetos que presenten Inestabilidad funcional de**

---

La población en estudio está dada por alumnos de la carrera de kinesiología, que realicen actividad física y que tengan entre 18 y 30 años.

### Criterios de inclusión

- Sujetos entre 18 y 30 años de edad que practiquen alguna actividad deportiva.
- Sujetos con historia de al menos un esguince de tobillo sobre el tobillo involucrado que requirió cuidado médico.
- Individuos que presentan inestabilidad de tobillo determinado por la evaluación clínica.
- Individuos que presentan inestabilidad de tobillo determinada por el SEBT.
- Fuerza muscular M5 en extremidades inferiores.
- Rangos de movimiento normal de cadera, rodilla y tobillo.

### **Criterios de Exclusión**

---

- Sujetos que presenten algún tipo de patología, tratada o no tratada, en alguna de sus extremidades inferiores.
- Sujetos que por consecuencia de patología presenten desbalances musculares.
- Sujetos que presenten alguna lesión o patología aguda 4 semanas antes de la evaluación en alguna de sus extremidades inferiores.
- Sujetos con antecedentes de patologías neuromusculares que afecten las extremidades inferiores.
- Sujetos con antecedentes de patología cerebelosa y vestibular.
- Sujetos con inestabilidad bilateral de tobillo.
- Sujetos con discrepancia de longitud de las extremidades inferiores igual o superior a 1 centímetro.
- Sujetos con alteración psiquiátrica.
- Sujetos que no quieran participar del entrenamiento.

### **Muestra**

---

La muestra se estimó usando una proporción para comparar una muestra única. La hipótesis nula (H0) es 0,6 que corresponde a la mejoría de la inestabilidad sin tratamiento. La hipótesis alternativa (H1) es 0,9 que corresponde al 90% de mejoría de la inestabilidad en pacientes sometidos a terapia convencional.

La muestra fue estimada con un poder del 90% arrojando un tamaño muestra de 21 personas. Esta estimación fue realizada con el programa Stata 8.1.

---

## Tipo de muestro / Selección de muestra

---

No probabilístico, por conveniencia.

## Descripción de la muestra

---

En el estudio realizado se evaluó un total de 21 pacientes, con un promedio de edad de 21.85 años (rango entre 18 y 28 años), sin pérdida de individuos durante el seguimiento, con una relación entre hombres y mujeres de 10/11 (Anexo N° 9, Gráfico 1), que presentaban inestabilidad funcional de tobillo en alguna de sus extremidades inferiores y que relataban una historia de al menos un esguince de tobillo en la misma extremidad. Dentro del total del grupo se encontraron 11 tobillos inestables izquierdos y 10 derechos (Anexo N° 9, Gráfico 2). El 80.95% de los sujetos presentaban la extremidad derecha como dominante y 19.05% de ellos la izquierda (17/4). Del total de participantes el deporte más practicado es el fútbol en 9 de ellos (42.85%) seguido por el básquetbol (19.04%); dentro del total de deportes practicados también se encontraba voleibol, atletismo y tae kwon do. (Anexo N° 9, Gráfico 3)

## Instrumentos de Recolección de Datos

- Ficha de evaluación Clínica
- Ficha de evaluación SEBT
- Encuesta de sensación de inestabilidad

## Procedimiento

Este estudio se realizó mediante la aplicación del SEBT a una población de hombres y mujeres entre 18 y 30 años, que realizan algún tipo de actividad física. Debieron firmar un consentimiento informado donde aceptaron someterse a las evaluaciones y al entrenamiento. El estudio consistió en dos etapas principales.

En la primera etapa se consiguió una historia médica dirigida a patología de tobillo y pie; se realizó un examen físico de tobillo y pie; finalmente se aplicó el SEBT a ambas extremidades. Todos los datos obtenidos fueron incorporados en una ficha clínica en conjunto con los datos personales del paciente, nombre, edad y dominancia. Los sujetos debieron referir inestabilidad funcional de tobillo en la entrevista clínica y tenían una historia de al menos un esguince de tobillo sobre el tobillo involucrado que requirió cuidado médico. El evaluador clínico fue ciego, ya que no conoció los resultados

obtenidos en el SEBT.

En esta etapa se comprobó la correlación entre el test y el examen clínico, en cuanto a la presencia o no de inestabilidad.

En la segunda etapa del estudio, se realizó un entrenamiento mediante el SEBT a los individuos que presentaron:

- Una diferencia mayor al 10% en una o más de una de las ocho direcciones.
- Inestabilidad en el examen clínico.

Este entrenamiento consistió en reforzar la o las direcciones que presentaron alteración dentro de la estrella, con 3 series de 15 repeticiones por cada dirección alterada, 3 sesiones por semana, durante 6 semanas. La duración de la sesión de entrenamiento fue relativa entre cada paciente de acuerdo a la cantidad de direcciones que se encontraron alteradas.

Finalmente se volvió a evaluar al grupo entrenado mediante la aplicación del SEBT, de la misma forma como fue evaluado en un comienzo, aplicándolo a ambas extremidades tanto la sana como la inestable, y se cuantificaron diferencias post entrenamiento que fueron comparadas con la extremidad sana que actuó como grupo control. Además fue entregada una encuesta de sensación de inestabilidad que contenía una escala de 0 a 10, donde 10 era máxima sensación de inestabilidad y 0 era ausencia de ésta. Ya que la sensación de inestabilidad es subjetiva para cada sujeto, el propósito de esta encuesta fue determinar si existe una variación individual de la sensación de inestabilidad luego del entrenamiento.

## **Análisis de Datos**

Se realizó un análisis exploratorio de variables de los resultados del test al inicio y al final del entrenamiento en cada dirección, de ambos tobillos, sano e inestable, de cada sujeto. Se estimó el porcentaje de pérdida en el seguimiento del entrenamiento.

Se utilizó la prueba Tstudent pareada, para evaluar el tobillo inestable antes y después del entrenamiento. Con esta prueba se comparó cada extremidad de cada paciente antes y después de la intervención.

## RESULTADOS

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en el estudio. En primer lugar se presenta la relación en cuanto a la lateralidad de lesión, determinada por los datos obtenidos en la evaluación clínica y en la evaluación del SEBT (Tabla I). Se observa que un 47,31% (10/21) del total de sujetos presentaron inestabilidad funcional de tobillo derecho en la evaluación clínica y en el SEBT; en cambio, el 52,69% (11/21) de ellos presentó la inestabilidad en el tobillo izquierdo tanto en la clínica como en el SEBT.

**Tabla I: Porcentaje de diagnóstico de inestabilidad de tobillo según clínica y SEBT**

	Clínica		SEBT	
	n	%	n	%
Tobillo derecho	10	47,31	10	47,31
Tobillo izquierdo	11	52,69	11	52,69

Se presenta en la Tabla II el promedio de las direcciones alcanzadas por los tobillos inestables y tobillos estables del total de los pacientes, al inicio y al final del entrenamiento. Podemos observar que existe una mayor distancia alcanzada por los tobillos estables en comparación con los tobillos inestables, en todas las direcciones antes de ser aplicado el entrenamiento, diferencias que no son estadísticamente significativas. La mayor diferencia de alcance entre tobillos estables e inestables en la

**ESTUDIO sobre la aplicación del “Star Excursion Balance Test” como método de Entrenamiento del equilibrio dinámico Y PROPIOCEPCIÓN en sujetos que presenten Inestabilidad funcional de**

evaluación inicial, se encuentra en la dirección M con 6.19 cm, seguido por la dirección P, AM y PM, con una diferencia aproximada de 4 cm. en todas ellas. La menor diferencia de alcance se aprecia en la dirección PL con 2.19 cm. de diferencia.

			A	P	L	M	AM	AL	PM	PL
INICIO (cm)	Tobillo estable	x	59,52	84,14	82,33	72,47	55,80	73,47	81,47	87,90
		ds	5,20	8,95	8,51	9,61	6,45	6,83	10,46	10,18
	Tobillo inestable	x	57,00	79,23	79,76	66,28	50,90	70,09	77,33	85,71
		ds	5,33	11,54	9,08	12,13	6,27	6,83	13,07	11,87
FINAL (cm)	Tobillo estable	x	59,80	84,04	84,23	73,47	55,28	72,80	85,09	89,95
		ds	5,07	9,54	8,78	8,81	4,95	5,92	11,07	9,77
	Tobillo inestable	x	60,23	86,09	84,80	77,42	56,80	71,80	87,28	91,80
		ds	4,20	9,85	8,28	10,56	5,12	6,17	10,91	8,98

*Tabla II: Promedio y desviación estándar en cada dirección del SEBT en tobillos estables e inestables al inicio y final del entrenamiento*

En la evaluación SEBT, posterior al entrenamiento, se muestra una menor diferencia entre las distancias alcanzadas por los tobillos estables e inestables en las ocho direcciones. Podemos apreciar ahora que el tobillo inestable entrenado supera los alcances del estable en prácticamente todas las direcciones, exceptuando la AL donde sólo por 1 cm. de diferencia sigue siendo mayor la distancia alcanzada por los tobillos estables. La mayor diferencia de alcance se observa en la dirección M, con casi 4 cm. de diferencia, y la menor diferencia se observa en la dirección A con 0.43 cm.

Comparando las distancias alcanzadas de los tobillos estables en la primera y segunda evaluación, se observan diferencias mínimas en los alcances, cercanas a 1 cm., siendo en cinco direcciones (A, L, M, PM y PL) mayor la distancia alcanzada en la segunda evaluación. La mayor diferencia de alcance se ve en la dirección PM (3.62 cm); y la menor en la dirección P (0.1cm).

Comparando los tobillos inestables antes y después del entrenamiento (Tabla III), se ve un importante aumento en todas las direcciones alcanzadas, con un promedio de aumento de 6.24 cm., diferencias estadísticamente significativas en todas las direcciones, exceptuando la dirección AL. El mayor aumento se ve en las direcciones M y PM, con una diferencia pre y post entrenamiento, de 11.14 cm. y 9.95 cm., respectivamente. El menor aumento alcanzado fue de 1.71 cm. en la dirección AL.

**Tabla III: Variación de los promedios de distancia de alcance antes y después del entrenamiento en los tobillos inestables**

Dirección	Inicio (x en cm)	Final (x en cm)	p-value
A	57.00	60.23	0.004
P	79.23	86.09	0.0001
L	79.76	84.80	0.0001
M	66.28	77.42	0.000
AL	70.09	71.80	0.073
AM	50.90	56.80	0.0004
PM	77.33	87.28	0.000
PL	85.71	91.80	0.0004

En la Tabla IV se observa la variación de los promedios de las distancias alcanzada por todos los tobillos, tanto estables como inestables, en la primera y segunda evaluación. Queda demostrado un aumento en todas las distancias alcanzadas en todas las direcciones, con una diferencia estadísticamente significativa en todas ellas, exceptuando la dirección AL, en la cual el promedio de la diferencia entre la primera y segunda evaluación fue menor que en el resto de las direcciones.

**Tabla IV: Variación de los promedios de distancia del alcance antes y después de la intervención en los tobillos**

	Inicio x en cm (ds)	Final x en cm (ds)	p-value
<b>A</b>	58,16 (5,36)	60,02 (4,60)	0,011
<b>P</b>	81,45 (10,67)	85,07 (9,63)	0,001
<b>L</b>	81,04 (8,79)	84,52 (8,43)	0,000
<b>M</b>	69,38 (11,25)	75,45 (9,81)	0,0001
<b>AL</b>	71,69 (7,07)	72,3 (5,99)	0,210
<b>AM</b>	53,35 (6,76)	56,04 (5,03)	0,005
<b>PM</b>	79,40 (11,88)	86,19 (10,91)	0,000
<b>PL</b>	86,76 (10,90)	90,95 (9,41)	0,0002

Podemos agregar otros datos dentro de los resultados del estudio, como por ejemplo la frecuencia de las direcciones entrenadas. La dirección más entrenada fue la AM, por 11 de los 21 pacientes, seguida por la M, entrenada por 9 pacientes. La dirección PM fue entrenada por 6 sujetos; la dirección P y AL fue entrenada por 4 pacientes, y la PL y A por 3. La dirección menos entrenada fue la L, sólo por 1 sujeto. Por lo tanto, las direcciones más alteradas presentes en esta población con inestabilidad son la AM y la M.

La mayoría de los individuos presentaba sólo una dirección alterada (10/21), siendo la AM la más frecuente. Del resto de los individuos 5/11 presentaron 2 direcciones con alteración, 4/11 con 3 direcciones alteradas, sólo 1 paciente con 4 y 1 con 5 direcciones alteradas.





## CONCLUSIÓN

Por los resultados obtenidos podemos concluir que si existe una correlación entre el SEBT y el examen clínico en esta población específica de sujetos que presentan inestabilidad de tobillo. Además se pudo corroborar, que sí existe un efecto positivo en el equilibrio dinámico, luego de un entrenamiento de 6 semanas en sujetos con inestabilidad de tobillo. Como se trata de un grupo con acotadas características, podemos reflejar en estos resultados una disminución de los déficits propioceptivos de estos individuos, lo que ayudaría a disminuir su inestabilidad.

Los resultados de este estudio nos permiten entonces, proponer y recomendar al SEBT como herramienta útil para la rehabilitación de pacientes con inestabilidad funcional de tobillo, complementando así los métodos que ya existen para el tratamiento de ésta.



---

## DISCUSIÓN

La población que participó en el estudio correspondió al tamaño muestral seleccionado de 21 pacientes activos. La muestra es prácticamente homogénea de hombres y mujeres (10/11), que realizaban alguna actividad deportiva en forma frecuente. Se trató a una población sin patologías agregadas, además de la inestabilidad de tobillo referida en el examen clínico luego de algún esguince de tobillo en la misma extremidad. La proporción de tobillos inestables según lado es de 10/11, izquierdo versus derecho mostrando equidad en cuanto a lateralidad. Podríamos señalar entonces que la población presentó las características ideales para el estudio, cumpliendo todos los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Como se observa en la Tabla I, existe una coincidencia en los hallazgos de la evaluación clínica y el resultado del SEBT, ya que el mismo porcentaje de pacientes que refirieron inestabilidad funcional en la evaluación clínica en cierta extremidad, presentó alteración en una o más direcciones del SEBT en la misma extremidad. Según el procedimiento realizado, nosotras como evaluadoras del SEBT no conocíamos la lateralidad de la inestabilidad referida por el paciente en el examen clínico, y a la vez el evaluador clínico no conocía los resultados del SEBT. Luego al juntar las evaluaciones pudimos verificar que 10 pacientes (52.69%) realmente presentaban la inestabilidad en el tobillo derecho y 11 (47.31%) pacientes en el tobillo izquierdo en ambas evaluaciones. Según este resultado entonces podemos decir que para esta población específica el SEBT tiene un poder diagnóstico en cuanto a la inestabilidad funcional de tobillo.

Esto se ratifica nuevamente en la Tabla II en la que se aprecia el poder diagnóstico

del SEBT debido a que en todas las direcciones evaluadas existe una diferencia entre el tobillo estable e inestable al inicio del estudio, diferencia que no es estadísticamente significativa por el n limitado de la muestra, pero esta clara tendencia observada se podría ratificar en una muestra mayor. Existen estudios (Hertel, 2006; Olmsted, 2002) que relacionan la inestabilidad funcional de tobillo con los resultados del SEBT en comparación con una población sana. Este poder diagnóstico de inestabilidad sólo es válido en este tipo de pacientes, que cumplen los criterios de inclusión señalados en el estudio, ya que cualquier patología agregada podría alterar el equilibrio dinámico y de esta forma el resultado del SEBT.

Observando la tabla II, también podemos notar que en la segunda evaluación los tobillos inestables aumentaron las distancias de alcance e incluso superaron las de los tobillos estables, a excepción de la dirección AL, que por 1 cm. siguió siendo mayor el promedio de las distancias alcanzadas por los tobillos estables. Además encontramos que el promedio de diferencia entre la primera y segunda evaluación disminuyó a la mitad. Los tobillos estables no fueron sometidos al entrenamiento, sin embargo 5 direcciones aumentaron sus promedios de alcance entre 1 y 2 cm. en la segunda evaluación. Esto podríamos atribuirlo a la familiarización con el SEBT.

En las tablas III se ve un aumento estadísticamente significativo en los promedios de alcance de los tobillos inestables en la segunda evaluación con respecto a la primera, excepto en la dirección AL, donde el aumento fue menor que en el resto de las direcciones. Este aumento lo podríamos explicar por el entrenamiento realizado. En la tabla IV se unieron los tobillos estables con los inestables comparando los resultados del SEBT antes y después del entrenamiento. También se observa un aumento estadísticamente significativo en todas las direcciones a excepción de la AL.

El SEBT es una herramienta nueva y por lo tanto su integración puede ser dificultosa y requiere de práctica. Sabemos además que la retroalimentación propioceptiva ayuda a la ejecución del control motor que se requiere para desarrollar los alcances. Por lo tanto suponemos que el entrenamiento realizado ayudó a activar un circuito neuronal apropiado logrando una mejor coordinación del sistema para ejecutar una prueba de forma más óptima.

Como se trata de una población con acotadas características, sin patologías agregadas que alteren el equilibrio dinámico, podemos decir que el SEBT en estos sujetos refleja inestabilidad funcional de tobillo, por ende también podría relacionarse con un déficit propioceptivo en el resultado inicial, y una disminución de éste en la evaluación final. Por esta razón también es muy importante el conocimiento del SEBT como herramienta nueva, porque no existen métodos de medición de la propiocepción en la práctica clínica que no sean de laboratorio. Entonces el SEBT puede ser utilizado en personas sin otras patologías, siendo una herramienta fácil de aplicar, que se puede desarrollar en cualquier lugar donde exista una superficie estable y de muy bajo costo.

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio, debemos considerar que el SEBT es una prueba evaluador dependiente donde se realiza una medición manual, lo que podría causar un margen de error en los resultados. Sin embargo, todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo evaluador y debemos recordar que en la literatura existen

---

estudios donde se ha probado la confiabilidad intra e interevaluador del SEBT (Hertel, Miller y Denegar, 2000). También podemos señalar, que no existen métodos objetivos con los cuales comparar los resultados finales de nuestro estudio porque a pesar de que la ejecución del test mejoró, la inestabilidad sigue siendo una sensación subjetiva de los individuos que debería ser nuevamente evaluada a largo plazo para demostrar si realmente el entrenamiento tuvo un efecto positivo en ella.

Es por esto que terminado el entrenamiento, realizamos una encuesta anónima a los participantes para ver como había cambiado su sensación de inestabilidad, y 17 de ellos refirieron que esta sensación había disminuido. Por esta razón además no fueron consideradas desde el comienzo las variables del grado del esguince o el tiempo transcurrido desde la lesión porque lo que nos interesaba era relacionar la sensación de inestabilidad actual de los sujetos con el efecto del entrenamiento.

Otra limitación de nuestro estudio podría ser el tamaño reducido de la muestra. La literatura existente, de acuerdo a la incidencia de la patología en la población, es la que permite hacer los cálculos de la muestra, sin embargo, la literatura acerca de la incidencia de la inestabilidad funcional de tobillo es poco clara con respecto a estas cifras, encontrando estudios que mencionan una incidencia del 20% y otras del 70% luego de ocurrido un esguince. Nuestra investigación muestra una tendencia bastante clara de una mejor ejecución del SEBT y de la disminución de la sensación de inestabilidad, que se podría ratificar en una muestra mayor.

Luego de realizar esta discusión y comparando los resultados del SEBT obtenidos en la segunda evaluación, y por la disminución en la sensación de inestabilidad de los individuos, podemos recomendar al SEBT como herramienta útil y complementaria de los tratamientos existentes para pacientes con inestabilidad funcional de tobillo, disminuyendo indirectamente su déficit propioceptivo.



## PROYECCIONES

La principal proyección de nuestro estudio es poder realizar una nueva evaluación a largo plazo a los sujetos que participaron en el entrenamiento para conocer si los efectos del SEBT son permanentes. Además se continuará con esta línea de investigación con el fin de aumentar el tamaño muestral y así darle más validez a los resultados. Sería importante poder realizar esta investigación contando con un método objetivo de medición de la propiocepción para ver el efecto real de un entrenamiento de equilibrio dinámico sobre la propiocepción en personas con inestabilidad funcional de tobillo. Se podría además realizar este estudio contando con dos grupos de comparación, un primer grupo al que se le aplique este entrenamiento, y al segundo, un tratamiento diferente de propiocepción, para objetivar aún más el beneficio del SEBT como método indirecto de entrenamiento propioceptivo. De esta forma podríamos recomendar con mayor propiedad la utilidad del SEBT como método complementario de entrenamiento a los programas ya existentes para individuos que presenten inestabilidad funcional de tobillo.





---

## BIBLIOGRAFIA

- Amendola A., R. Bahr, J.A. Bergfeld, B.D. Beynnon, KM Chan, B.G. Donley, J.F Griffith, J. Karlsson, L. Konradsen, G. Mann, P. Renström, C. Rolf, B.C. Twaddle, C.N van Dijk, P.SH. Yung. 2005. World Consensus Conference on Ankle Inestability. KM Chan y Jon Karlsson, Hong Kong, China.
- Bernier J. N., D. H. Perrin. 1998. Effect of Coordination Training on Proprioception of the Functionally Unstable Ankle. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. **27** (4): 264-275.
- Freeman M.A.R. 1965. Instability of the Foot After Injuries to the Lateral Ligament of the Ankle. *The Journal of the Bone and Joint Surgery*. **47** (4): 669-677.
- Gribble P.A., J. Hertel. 2003. Considerations for normalization of measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and exercise Science*. **7**:89-100.
- Hertel J., S.J. Miller, C.R. Denegar. Intratester and Intertester Reliability During the Star Excursion Balance Tests. 2000. *Journal Sport Rehabilitation*. **9**:104-116.
- Hertel J., R.A. Braham, S. A. Hale, L. C. Olmsted-Kramer. 2006. Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of subjects with and without Chronic Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. **36** (3): 131-137.
- Kawaguchi J.K. 1999. Ankle: Proprioceptive Exercises Balance Rehabilitation. *BioMechanics Rehabilitation Supplement*.

- Kinzey S.J., C.W Amstrong. 1998. The Reliability of the Star-Excursion Test in Assessing Dynamic Balance. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. **27** (5): 356-360.
- Mattacola C.G., J. Wills Lloyd. 1997. Effects of a 6-Week Strenght and Proprioception Training Program on Measures of Dynamic Balance: A Single- Case Design. *Journal of Athletic Training*. **32** (2): 127-135.
- Myer G.D., M. Paterno, K. Ford, C. Quatman, T. Hewett. 2006. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Criteria- Based Progression Through the Return-to-Sport Phase. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. **36** (6): 385-397.
- Olmsted L.C., C.R. Carcia, J. Hertel, S.J. Shultz. 2002. Efficacy of the Star Excursion Balance Test in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. **37**(4): 501-506.
- Riemann B.L., S.M. Lephart. 2002. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training* **37**(1): 71–79.
- Rozzi S.L., S.M. Lephart, R. Sterner, L. Kuligowski. 1999. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. **29** (8): 478-486.
- You S. H., K.P. Granata, L.K. Bunker. 2004. Effects of Circumferential Ankle Pressure on Ankle Proprioception, Stiffness and Postural Stability: A Preliminary Investigation. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. **34** (8): 449-460.

# ANEXOS

## ANEXO N° 1 Anatomía Funcional del Tobillo

La articulación del tobillo involucra a su vez a la articulación tibio-astragalina, tibio-peronea y peroneo-astragalina. Las tres juntas cumplen la función de rotación y traslación en múltiples planos. El eje bimaleolar tiene una angulación oblicua de aprox. 82° de medial a lateral en el plano coronal y debido a esto, durante la dorsiflexión el pie se desvía hacia lateral y durante la flexión plantar hacia medial. La función principal es transmitir el peso del cuerpo. El maleólo medial es una continuación de la tibia y tiene un tubérculo anterior y otro posterior, su función es suspender el ligamento deltoideo junto con la acción del soporte de estabilidad medial del tobillo. El maleólo lateral tiene la misma función con los ligamentos laterales.

Durante la dorsiflexión de tobillo hay una rotación externa del maleólo lateral junto con una traslación lateral del peroné. Además, hay un incremento de la transmisión de la carga estática del astrágalo al peroné. Durante la flexión plantar, el peroné se mueve distalmente y se introduce en la mortaja, por lo tanto aumenta la estabilidad del tobillo. La mayor parte del astrágalo está cubierta de cartílago articular y se articula con la tibia por superior, con el calcáneo por inferior, con el peroné por lateral y por medial con el maleólo medial.

El complejo ligamentoso lateral está compuesto por los ligamentos peroneo-astragalino anterior (LPAA), peroneo-calcáneo (LPC) y peroneo-astragalino posterior (LPAP). Éstos son muy importantes, ya que proporcionan estabilidad ligamentosa lateral desde las rotaciones internas y externas del astrágalo dentro de la mortaja, hasta la realización del movimiento del tobillo, por lo tanto un solo ligamento lateral no puede proporcionar estabilidad en todas las posiciones de la articulación tibio-astragalina. El LPAA pasa por anterior y medial al maleólo lateral en un ángulo de aprox. 45° y está íntimamente relacionado con la cápsula anterior y van desde la porción inferior del peroné a la cara lateral del astrágalo, insertándose cerca de la unión del cuerpo con el cuello del astrágalo. En la flexión plantar, se va tensando progresivamente y ayuda a restringir la inversión cuando el tobillo está en esta posición. En posición neutral, el LPAA ayuda a restringir la traslación anterior y la rotación interna del astrágalo en la mortaja.

El LPC es una banda de tejido mucho más definida que el LPAA, tiene su origen en la porción inferior del peroné, distal a la inserción del LPAA y pasa inferior a los tendones peroneos insertándose en el tubérculo lateral del calcáneo. Se tensa en la dorsiflexión.

El LPAP es un engrosamiento de la cápsula que va desde la porción posterior del peroné al tubérculo lateral del proceso posterior del astrágalo. Restringe la inversión después de que el LPC ha sido desgarrado y también ayuda a restringir la rotación interna después que el LPAA ha sido desgarrado.

El ligamento deltoideo es un estabilizador medial del tobillo. Se divide en un componente superficial y otro profundo. El componente superficial está dado por los ligamentos tibio-navicular y tibio-calcáneo, y la parte profunda por los ligamentos tibio-astragalinos anterior y posterior. El deltoideo ayuda a llevar el astrágalo a una rotación interna con flexión plantar y también ayuda a restringir la rotación externa con dorsiflexión.

Hay tres ligamentos sindesmóticos (que son interóseos), los ligamentos tibio-peroneo anterior (LTPA) y posterior (LTPP). El ligamento interóseo es una continuación de la membrana interósea. El LTPA es el más débil de los ligamentos sindesmóticos y el primero en romperse cuando hay rotaciones forzadas del peroné.

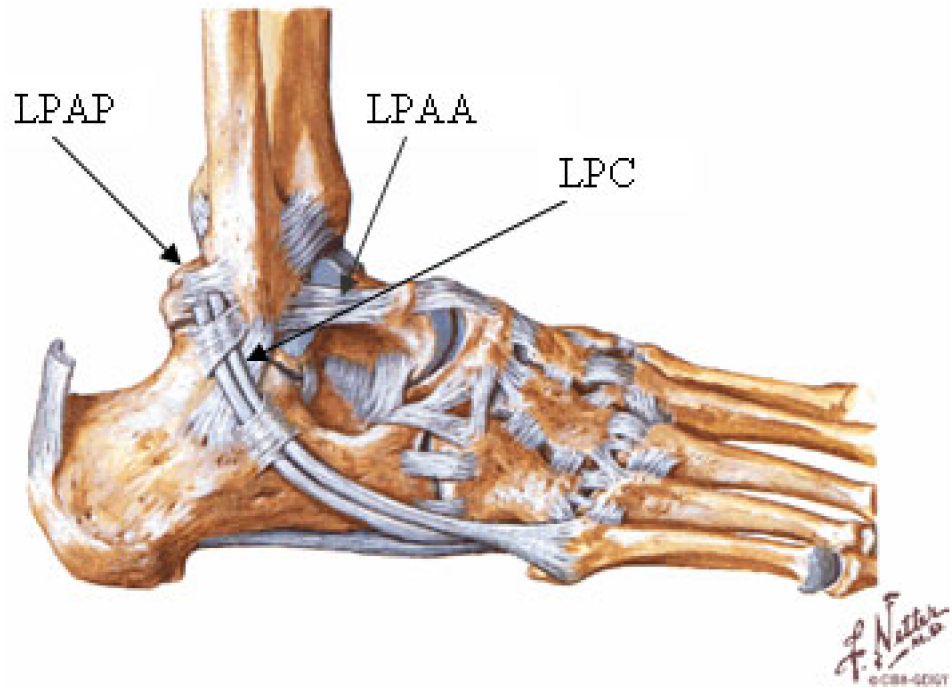
Los tendones peroneos (largo y corto) son componentes muy importantes de la anatomía funcional del tobillo, ya que ayudan a mantener dinámicamente la estabilidad lateral del tobillo. Se originan desde la parte lateral del peroné y son eversores del retropié. Están estabilizados por el retináculo peroneo superior y también por el surco retromaleolar del peroné, el cual es una superficie de hueso cóncava que añade estabilidad a los peroneos detrás del peroné. Distalmente los tendones se dividen y cruzan la parte lateral del calcáneo en vainas separadas. El tendón del peroneo corto se inserta en la base del quinto metatarsiano y el del peroneo largo realiza un giro cercano a los 90° hacia la parte medial del pie en el área de la articulación calcáneo-cuboidea, cruza la superficie plantar y se inserta en la base del primer metatarsiano y en la cuña medial.

Estos tres componentes esenciales de la anatomía ósea, ligamentosa y musculotendinosa son los que proveen la compleja relación que construye la anatomía funcional de la articulación del tobillo (Donley, 2005).

**Ligamentos del tobillo**

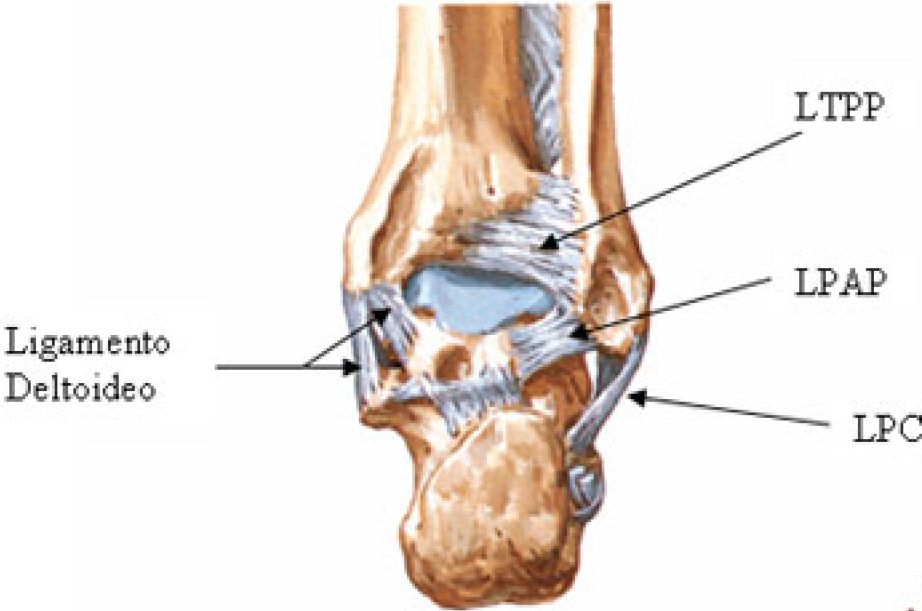
*Visión Lateral*

**Ligaments and Tendons of Right Ankle**  
Lateral View



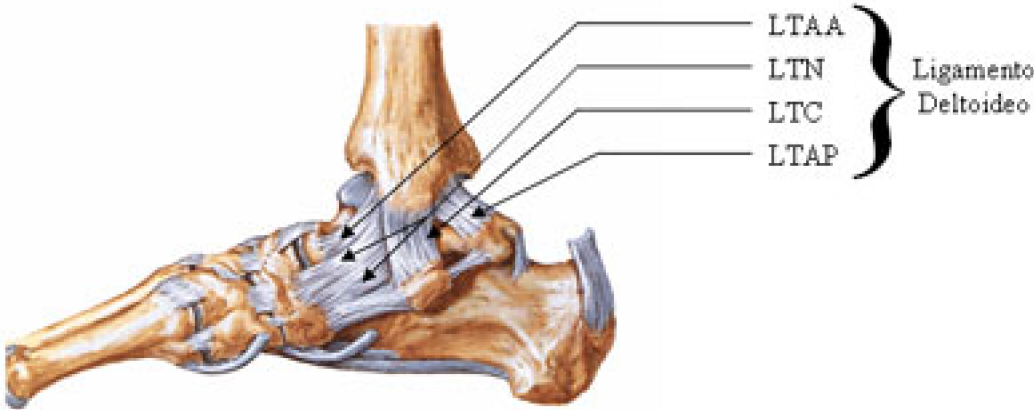
Visión Posterior

**Calcaneus of Right Foot**  
Posterior View with Ligaments



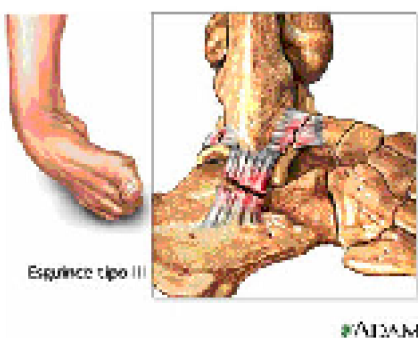
Visión Medial

**Ligaments and Tendons of Right Ankle**  
Medial View



## ANEXO N° 2

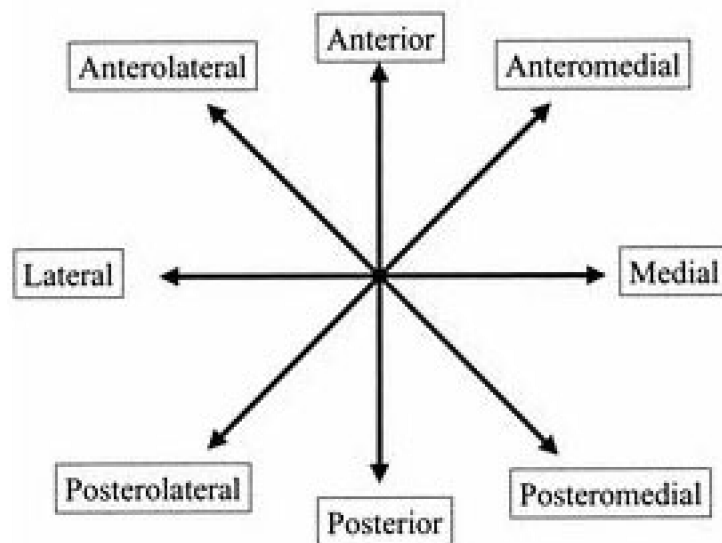
Mecanismo de lesión de tobillo



## ANEXO N° 3

## Asterisco (estrella) del SEBT y sus direcciones

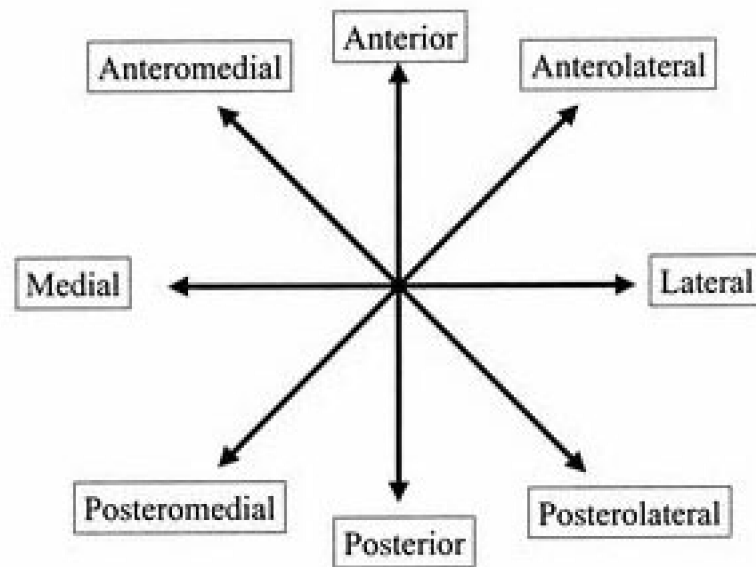
### Left Limb Stance



Pie de apoyo izquierdo



## Right Limb Stance



Pie de apoyo derecho

## ANEXO N° 4

Realización del SEBT



## **ANEXO N° 5. Fisiopatología de la Inestabilidad de Tobillo**

*Inestabilidad estructural:* la lesión estructural después de una lesión de inversión de tobillo incluye lesión de ligamentos, cápsula y periostio. El daño a los ligamentos es el más obvio, con el LPAA como el más lesionado, seguido por el LPC, siendo poco común la lesión del LPAP. La velocidad de tal lesión es bastante alta lo cual incrementa la rigidez de los ligamentos de modo que a menudo se manifiesta como avulsiones óseas. Debido al mecanismo y la dinámica de la lesión, la cápsula se lesiona más a menudo por anterior y lateral. El líquido sinovial nutre estos tejidos en la fase de recuperación inicial y es un inhibidor de la fuerza de cicatrización final de los tejidos blandos. Por consiguiente se produce una laxitud estructural de la cápsula y los ligamentos. Finalmente hay paso de fluido sinovial más allá del periostio particularmente de la parte más distal del peroné, y nuevamente hay un impedimento en la consolidación de los tejidos debido a la interposición de líquido sinovial. Esto conduce a una mayor laxitud de los tejidos blandos, así como se ha visto en la lesión de Bankart en el hombro.

*Articulaciones dinámicas dañadas:* si el tiempo de retorno a la actividad funcional se extiende más de 7 a 10 días, hay una pérdida de reactividad propioceptiva que otorga protección en el curso de una nueva lesión. Estas respuestas y reacciones son mediadas

---

por el nivel de la médula espinal y una vez que se pierden requieren de nuevas señales de los mecanorreceptores para alcanzar el nivel consciente y evocar una respuesta para revertir la situación de riesgo. Esto significa que el mensaje debe realizarse en el camino hacia el cerebro y volver, y esto probablemente tome un largo tiempo. Esto no sólo significa que hay una respuesta no motora que previene el daño si no que la severidad de la lesión es probable que aumente debido a la falta de un “freno de mano” muscular que salve la situación.

En la discusión de la biomecánica de la inestabilidad de tobillo, se sugirió que hay algún tono muscular preventivo cuando el tobillo aterriza en una situación de riesgo, como parte de la función normal de éste. La pérdida de esta respuesta normal es parte de las secuelas del daño, incrementando la posibilidad y la severidad de una posterior lesión. Además hay algún efecto cruzado del daño de respuestas protectoras propioceptivas y la reactividad subconsciente, así como la dinámica del tobillo sano también podría estar afectada. Esto predispone a aquellos con un tobillo dañado a lesionarse el llamado tobillo “normal”.

La fisiopatología de la inestabilidad de tobillo incluye cambios estructurales debido a la lesión, cambios funcionales dinámicos y en algunos pacientes deterioro progresivo de la articulación del tobillo. El proceso de daño, las características y anomalías de la curación llevan a un incremento de la laxitud de tejidos blandos que puede predisponer a un paciente con lesión de ligamento lateral a una nueva lesión. Además, la lesión también podría causar alteración en el mecanismo protector propioceptivo y la “tensión” preventiva del músculo que aumenta la rigidez del tobillo en posiciones de riesgo. Ciertos pacientes parecen estar biomecánicamente predispuestos a una lesión y a un daño posterior en la articulación, pero no se conoce todavía el motivo por el cual ocurre el deterioro progresivo de la articulación en algunos pacientes y no en otros (Twaddle, 2005).

## ANEXO N° 6

**FICHA CLINICA**

Nombre .....  
Teléfono.....

N°

Fecha de nacimiento    /    /

Deporte que practica.....  
EE dominante        DER            IZQ

Antecedente de lesiones  
.....

Esguince de tobillo:

	DER	IZQ
SI/NO		
FECHA		
GRADO CLINICO		

Clinica Actual:

	DER	IZQ
ASINTOMATICO		
DOLOR		
INESTABILIDAD		

Examen Fisico:

	DER	IZQ
DOLOR AQUILES		
ACORTAMIENTO AQUILES		
ACORTAMIENTO L. TIBIALES		
DOLOR PERONEOS		
DOLOR TIBIAL POSTERIOR		
DOLOR ANTERIOR		
DOLOR ANTERO-LATERAL		
DOLOR ANTER-MEDIAL		
CAJON ANTERIOR		
TILT TALAR		

Fecha de evaluación:    /    /

**ANEXO N° 7**

## FICHA DEL SEBT

	Primera Evaluación								Segunda Evaluación							
	Pie Derecho				Pie Izquierdo				Pie Derecho				Pie Izquierdo			
	1	2	3	x	1	2	3	x	1	2	3	x	1	2	3	x
A																
AL																
L																
PL																
P																
PM																
M																
AM																

## ANEXO N° 8

**ENCUESTA SOBRE RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO**

**¿CUAN INESTABLE ERA SU TOBILLO ANTES DEL ENTRENAMIENTO?**

NADA INESTABLE    1 2 3 4 5 6 7 8 9 10    MUY INESTABLE

**¿CUÁN INESTABLE ES TU TOBILLO DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO?**

NADA INESTABLE    1 2 3 4 5 6 7 8 9 10    MUY INESTABLE

**¿TE TORCISTE EL TOBILLO DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO?**

SI

NO

**¿CUÁNTAS VECES TE TORCISTE EL TOBILLO DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO?**

---

**¿CUÁN GRAVE TE TORCISTE EL TOBILLO DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO?**

LEVE

MODERADO

GRAVE

## **ANEXO Nº 9**

Universidad de Chile.

Facultad de Medicina.

Escuela de Kinesiología.

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

ESTUDIO CUASI EXPERIMENTAL sobre la aplicación del “Star Excursion Balance Test” como método de Entrenamiento Propioceptivo en sujetos entre 18 y 30 años que presenten Inestabilidad de Tobillo

Una de las lesiones más frecuentes que sufren las personas que practican algún tipo

de deporte es el esguince de tobillo. Dentro de las consecuencias más significativas luego de esta lesión, es la inestabilidad funcional de tobillo, definida como la sensación recurrente de incapacidad e invalidez en la realización de actividades que normalmente no causan incapacidad, por ejemplo caminar en terrenos irregulares, actividades deportivas, saltos o giros.

El presente estudio intenta hacer un aporte real en este ámbito, planteando un tipo de entrenamiento que contribuya a mejorar el déficit propioceptivo en las personas con inestabilidad de tobillo. Se busca, además, identificar en cuántos pacientes existe una correlación entre el examen clínico y los resultados del SEBT y cuántos de estos pacientes presentan una diferencia mayor del 10% de alcance entre un pie y otro, en cualquiera de las direcciones del SEBT. Se trata de un estudio cuasi experimental.

El estudio consistirá en dos etapas principales. En la primera etapa se conseguirá una historia médica dirigida a patología de tobillo y pie; se realizará un examen físico de tobillo y pie; para finalmente aplicar el SEBT. Todos los datos obtenidos serán incorporados en una ficha clínica en conjunto con los datos personales del paciente, nombre, edad y dominancia. En la segunda etapa del estudio, se realizará un entrenamiento mediante el SEBT a los individuos que presenten: una diferencia mayor al 10% en una o más de una de las ocho direcciones y/o inestabilidad en el examen clínico.

Este entrenamiento consistirá en reforzar la o las direcciones que presenten alteración dentro de la estrella, con 3 series de 15 repeticiones por cada dirección alterada, 3 sesiones por semana, durante 6 semanas. La duración de la sesión de entrenamiento será relativa entre cada paciente de acuerdo a la cantidad de direcciones que se encuentren alteradas.

Este procedimiento no implica riesgo alguno para el participante, salvo la leve fatiga que pudiera manifestarse luego de realizar el entrenamiento.

Las mediciones serán realizadas en el gimnasio de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, por las alumnas de la carrera de Kinesiología de la Universidad de Chile, Carolina Andrade Riquelme y Pamela Villena Rodríguez

Las estudiantes que realizan esta tesis se comprometen a cubrir las complicaciones que pudiesen surgir en los pacientes a partir del estudio, a guardar la confidencialidad de las identidades de los voluntarios que en ella participasen y a darles acceso a los resultados obtenidos.

Yo,.....RUT:.....,

acepto participar en el “Estudio Cuasi Experimental sobre la Aplicación del Star Excursion Balance Test como Método de Entrenamiento Propioceptivo, en sujetos entre 18 y 30 años que presenten Inestabilidad de Tobillo” realizado por las alumnas de la carrera de Kinesiología de la Universidad de Chile, Carolina Andrade Riquelme y Pamela Villena Rodríguez, siendo tutores el Dr. Giovanni Carcuro y el Klgo. Sergio Valdivia.

Confirmando que se me ha entregado información de los objetivos y mediciones que serán llevados a cabo, que la información de mis datos personales será mantenida en forma absolutamente confidencial y puedo retirarme de este estudio cuando lo estime conveniente.

.....

Firma voluntario

.....

Carolina Andrade Riquelme

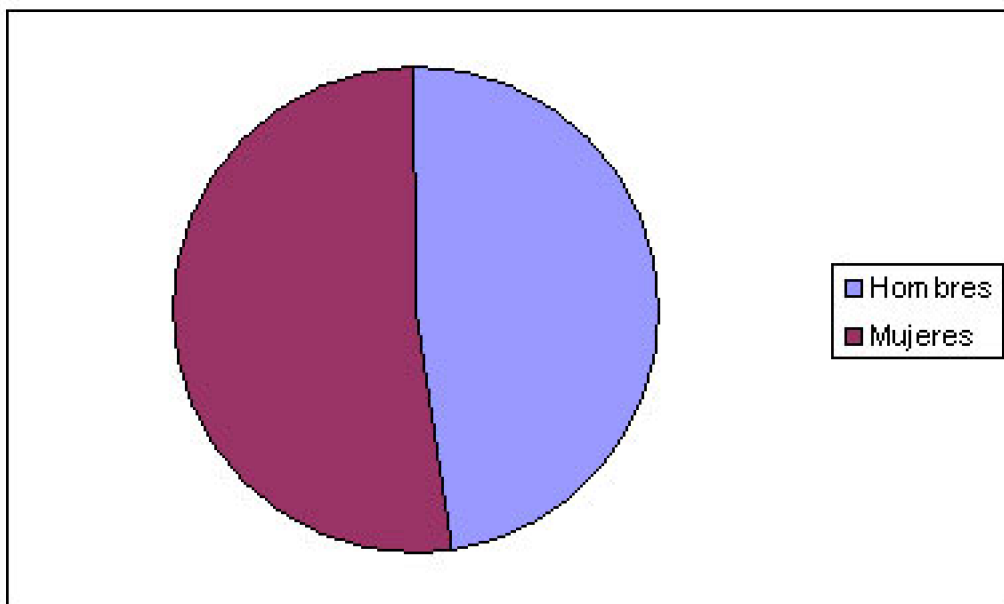
RUT:

Pamela Villena Rodríguez

RUT:

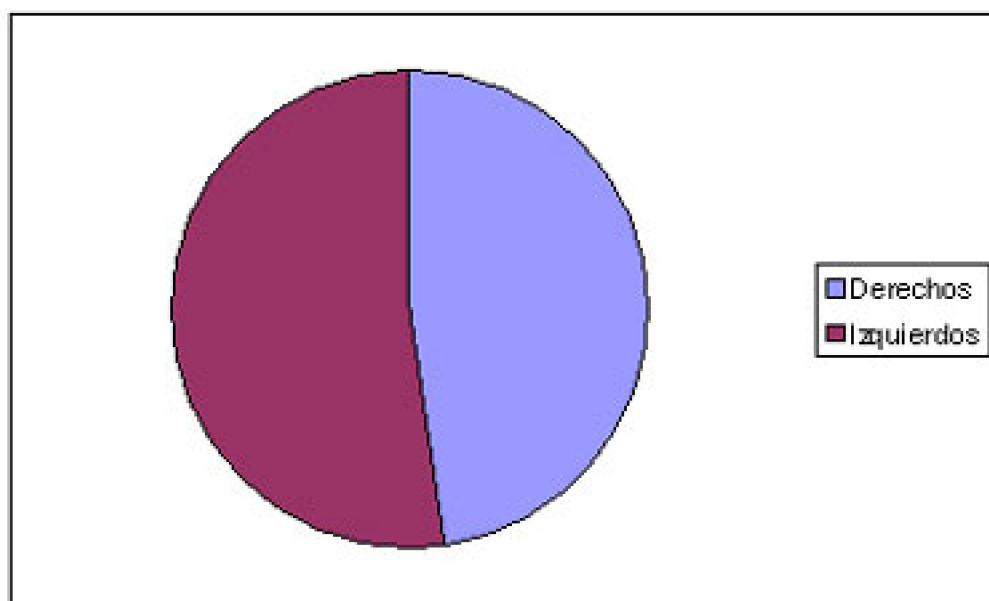
Santiago, \_\_\_\_\_ 2006

## **ANEXO N° 10**

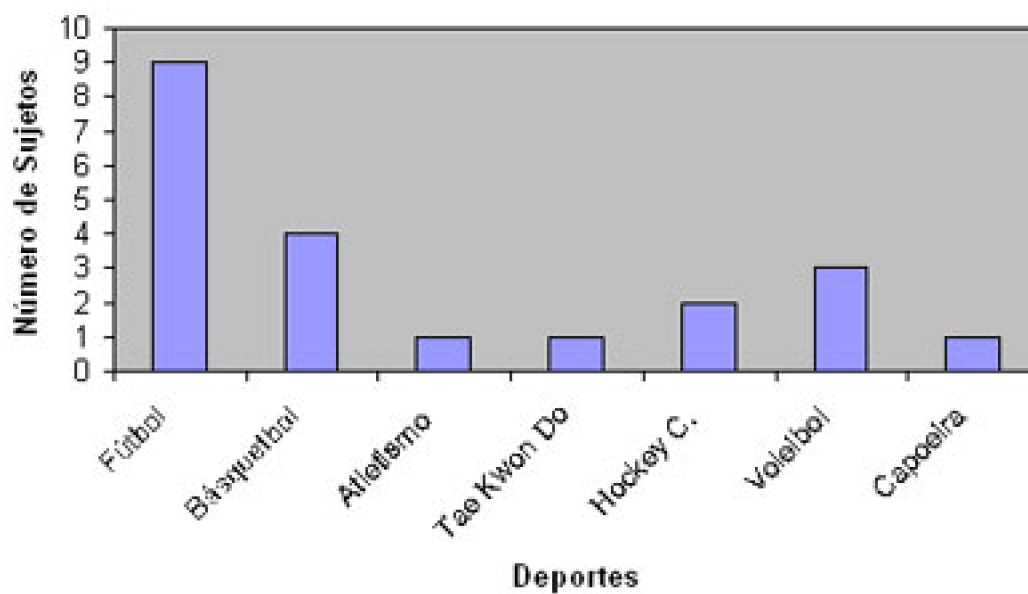


**Gráfico 1.** Distribución de la población estudiada según sexo; 10/11, hombres versus mujeres.





**Gráfico 2.** Presencia de inestabilidad de tobillo en los sujetos estudiados según lado; 10/11, tobillo derecho versus tobillo izquierdo.



**Gráfico 3.** Distribución de la población estudiada de 21 individuos según el deporte practicado