



universidad  
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL  
DEPORTE

Curso Académico 2014/2015

PREVENCIÓN LESIONAL DE ESGUINCE DE TOBILLO EN  
JUGADORES DE BALONCESTO PRE-ADOLESCENTES.

Injury prevention in ankle sprain in pre-adolescent basketball  
players.

Autor: Pablo Martínez Gómez.

Tutores: José Gerardo Villa Vicente, y Jesús Ángel Seco Calvo.

Fecha: 2 de julio de 2015.

VºBº TUTOR

VºBº AUTOR

## ÍNDICE

Abreviaturas.....	2
Resumen breve:.....	3
Abstract:.....	3
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ANTECEDENTES DEL ESGUINCE DE TOBILLO.....</b>	<b>5</b>
2.1. Frecuencia lesional. ....	5
2.2. Biomecánica de la articulación del tobillo.....	6
2.3. Propiocepción.....	6
2.3.1. Sistema propioceptivo. ....	6
2.3.2. Propiocepción como rehabilitación. ....	8
2.3.3. Propiocepción como método de entrenamiento deportivo.....	8
2.3.4. Evaluación de la propiocepción. ....	9
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1. Objetivo. ....	11
3.2. Diseño del estudio.....	11
3.3. Muestra.....	11
3.4. Procedimiento.....	12
3.5. Evaluación.....	12
3.6. Intervención.....	14
3.6.1. Trabajo preventivo programado general. ....	14
3.6.2. Trabajo preventivo adicional.....	17
3.7. Procedimiento estadístico. ....	18
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
4.1. SEBT.....	19
4.2. Test de agilidad.....	23
4.3. Test de salto vertical. ....	24
4.4. Test de apoyo monopodal. ....	24
<b>5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>33</b>
ANEXO 1.....	33
ANEXO 2 (Ficha).....	34
ANEXO 3. TESTS.....	34

## Abreviaturas

- C: grupo control.
- Cm: centímetros.
- Dcha: derecha.
- Fig.: figura.
- Izq.: izquierda.
- JPS: joint position sense o sensación de posición articular.
- P: grupo de prevención o experimental.
- PD: pie dominante.
- PND: pie no dominante.
- SD: desviación típica.
- SEBT: star excursion balance test o test de la estrella.
- Seg.: segundos.

## Resumen breve:

Comprobar la eficacia de un programa de propiocepción en la prevención de lesiones ligamentarias de tobillo y posibles mejoras en el rendimiento en jugadores de baloncesto pre-adolescentes. La muestra serán grupos: uno de control, que llevará a cabo el programa propioceptivo genérico; y otro experimental, que llevará a cabo a mayores el doble de sesiones de trabajo de prevención. Todos ellos serán supervisados durante los 3 meses que dura el estudio. Se realizarán 4 test pre-post intervención: test de la estrella, test de salto vertical, test de apoyo monopodal y test de agilidad. Los resultados obtenidos constataron que existen mejoras en todos los tests, de los cuales en el test de la estrella y en el de agilidad, las mejoras fueron mayores en el grupo que suplemento con trabajo preventivo adicional; en el test de apoyo monopodal, las mejoras fueron similares en ambos grupos; y en salto vertical, las mayores mejoras se vieron en el grupo de control, aunque ambos grupos mejoraron. Por ello, la inclusión de trabajo propioceptivo en el entrenamiento, mejora la estabilidad en situaciones estáticas y dinámicas, reduciéndose la probabilidad de sufrir una lesión ligamentaria de tobillo, y, además, mejora factores del rendimiento como la agilidad y el salto vertical.

**Palabras clave:** Propiocepción, esguince, tobillo, baloncesto, prevención.

## Abstract:

The aim of this study was to check the effectiveness of a proprioception program in ankles sprains prevention, and its improvements in basketball performance in teen players. The sample will include: the control group, who will perform the generic proprioception program; and the experimental one, who will double the proprioceptive sessions. All of them will be supervised by a graduated in physical science and sports during the 3 months of the study. There will be 4 tests pre-post intervention: star excursion balance test (SEBT), vertical jump test, one-leg support test and the agility test. The results that were obtained proved that there were improvements in all of the tests, in the SEBT and the agility test improve the most were found in the experimental group; in the one-leg support, the improvements were similar in both groups; and the vertical jump test, in which it was found that the highest improvements were in the control group, though all players improved. This is why, the proprioceptive program should be introduced in the basketball practice, because, the static and dynamic stability improved, reducing the risk of ankle sprains, and, in addition, improve the basketball performance factors, like agility and vertical jump.

**Key words:** Proprioception, sprain, ankle, basketball, prevention.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Este Trabajo Fin de Grado, versará sobre la utilidad del trabajo de propiocepción para la prevención de esguinces de tobillo, sobretodo aplicado al ámbito del baloncesto, ya que es el campo en el que trabajo actualmente. En el día a día, la lesión más frecuente que me encuentro es el esguince de tobillo, ya que la propia esencia del juego con saltos, caídas, espacios reducidos, etc. Hacen de este deporte, que aumente las posibilidades de que algún jugador sufra una patología de esta naturaleza, provocando normalmente que el jugador cese en cuanto al entrenamiento con el equipo, y además todas las repercusiones que tiene a nivel interno del organismo, lo que provoca una caída en el rendimiento tanto individual, como por consiguiente, en el de grupo. Es por ello, por lo que creo que es fundamental la inclusión de un programa propioceptivo que minimice el riesgo de padecer uno, para poder evitar todos estos acontecimientos derivados que afectan negativamente a la marcha del equipo y del jugador.

## 2. ANTECEDENTES DEL ESGUINCE DE TOBILLO.

### 2.1. Frecuencia lesional.

Tal y como podemos ver en la literatura científica (Chana, 2010)<sup>1</sup>, el 75% de las lesiones de tobillo que se producen son de tipo ligamentoso (Fuller, 1999; Lephart et al., 2002; Hicks, 1953). De este porcentaje de lesiones ligamentosas, el 85% se deben a esguinces de inversión, convirtiéndose así en la patología más frecuente de tobillo y entre los deportistas (Fong et al., 2007). Aunque no se han extraído datos concluyentes, se estima que puede tener una prevalencia de entre el 20-45% de todas las lesiones deportivas (Tropp, 2002; Hertel, 2002; Morrison y Kaminski, 2007). No se han visto diferencias entre sexos, excepto en etapas escolares y universitarias, donde las mujeres sufren este tipo de lesiones un 25% más que los hombres durante la práctica de actividad física (Hertel, 2002). En EEUU, se ha determinado que por cada 10.000 habitantes, una persona sufre un esguince (Wright y Neptune, 2000).

En el ámbito deportivo, se ha visto que la incidencia de estas lesiones es de un tercio en fútbol, la mitad en baloncesto y un cuarto en voleibol (Garret et al., 2005). También se ha visto que el 40-70% de los jugadores que sufren un esguince lateral de tobillo, después de varios meses, vuelven a notar molestias en la articulación dañada (Sefton et al., 2011), y más a largo plazo, se ha visto que después de un año de la lesión, entre el 5-33% presentan dolor e inestabilidad subjetiva, al tercer año, entre un 36-85% están recuperados completamente, y tras tres años de la lesión, el 34% de los pacientes se vuelven a lesionar por esta misma patología (Van Rign et al., 2008).

Según Postle, Park y Smith (2012)<sup>2</sup>, explica que en el contexto del deporte, el tobillo y el pie son las articulaciones del cuerpo que más lesiones sufren, de las cuales entre el 70 y el 80% son esguinces, y añade que estos, ocurren principalmente en los deportes de carrera y de salto, como por ejemplo el baloncesto. Por otro lado, también se ha señalado que el 85% por ciento de los esguinces se deben a un movimiento de inversión forzada y flexión plantar con afectación del complejo externo del tobillo.

Históricamente<sup>3</sup> se ha establecido que los esguinces de tobillo son las lesiones de la extremidad inferior que con mayor frecuencia acontecen durante la práctica del baloncesto en todos los niveles de competición. Garrick (1987), hizo un estudio de 4 institutos durante 2 años, y determinó que el esguince de tobillo fue el tipo de lesión

más frecuente con una prevalencia del 40-50% respecto al resto de lesiones diagnosticadas en esta modalidad deportiva. Yeung et al. (1994), indica que la reincidencia de la distensión de los esguinces de ligamentos laterales en el baloncesto es superior al 70%.

## **2.2. Biomecánica de la articulación del tobillo.**

Las articulaciones del tobillo, subastragalina y de Chopart, trabajan de forma conjunta. Se puede comparar la articulación subastragalina con una bisagra que conecta un elemento vertical (la pierna) con uno horizontal (el pie). La rotación interna de la pierna se acompaña de una eversión del pie, y la rotación externa, de una inversión. Durante la marcha, en el momento de contacto del talón con el suelo, la tibia realiza un movimiento de rotación interna, el tobillo efectúa una flexión plantar y el retropié se coloca en valgo. El tobillo presenta un movimiento principal, que tiene lugar en el plano longitudinal y que es el de flexión plantar y dorsal del pie. Comúnmente se acepta que hay unos 15-20° de dorsiflexión y unos 40-50° de flexión plantar. El centro de giro de este movimiento de flexoextensión se encuentra en el astrágalo. En flexión dorsal máxima existe el máximo contacto entre las superficies articulares y la articulación está bloqueada. Al iniciarse la flexión plantar existe una descompresión de la articulación y se produce el deslizamiento. Hay que resaltar la perfecta congruencia que existe entre la tróclea y la mortaja tibioperonea; esta última cubre un ángulo de unos 65°, más de la mitad de la superficie de la tróclea. Si pensamos que durante la marcha normal, en el período de apoyo de la extremidad, el arco de movimiento es sólo de unos 25°, el conjunto explica la poca incidencia de artrosis que presentan los tobillos normales. Este movimiento de flexoextensión viene guiado por los maléolos y por los ligamentos laterales, externos e internos. Los maléolos, se encuentran perfectamente articulados con el astrágalo en todo el recorrido articular, lo cual impide la existencia de movimientos de lateralidad del astrágalo dentro de la mortaja.

## **2.3. Propiocepción.**

### *2.3.1. Sistema propioceptivo.*

El sistema sensoriomotor<sup>4</sup>, engloba a todos los mecanismos fisiológicos intrínsecos del sistema nervioso que nos permiten controlar nuestro cuerpo. Aunque está compuesto por una amplia gama de receptores, el control del movimiento y de la postura, constituyen lo que denominamos el sistema propioceptivo (Lephard, 1997).

La propiocepción fue definida por primera vez por Sherrington (1906) como “el sentido de la posición que adoptan las partes de uno mismo”, y en la actualidad ha sido completada por otros autores (Saavedra, 2003; Lephard, 2003), definiéndola así como la capacidad del propio cuerpo para detectar la posición y el movimiento articular, la velocidad y la detección de la fuerza de movimiento y consta de 3 componentes principales:

- *Estatestesia*: provisión de la consciencia de la posición de la articulación en situaciones estáticas
- *Cinestesia*: definida como la consciencia de movimiento y de la aceleración de la articulación
- *Actividades efectoras*: referidas a la respuesta refleja y de regulación del tono muscular

El sistema propioceptivo recaba la información captada por los mecanorreceptores, que están situados en los músculos, articulaciones, ligamentos y piel, y la envía al sistema nervioso central, para que dicha información, junto con la recogida por los sistemas visuales y vestibulares, elabore la respuesta motora deseada. Estos mecanorreceptores<sup>5</sup> se dividen en dos tipos:

- *De adaptación rápida*: cuando detectan un estímulo continuo van disminuyendo su ritmo de descarga hasta su extinción en pocas milésimas de segundos. Son los encargados de captar el movimiento, ya que son especialmente sensibles a las variaciones de los estímulos.
- *De adaptación lenta*: al detectar un estímulo continuado mantienen su ritmo de descarga. Son los responsables de captar las posiciones articulares, ya que alcanzan su máxima estimulación en ángulos determinados.

Así pues, los receptores de la propiocepción están especializados según la información que captan y es enviada hasta el sistema nervioso central, donde la información es procesada a nivel de la médula ósea, del tronco encefálico y a nivel cerebral superior, y enviada la respuesta al músculo para que ejecute la orden (Fig. 1).

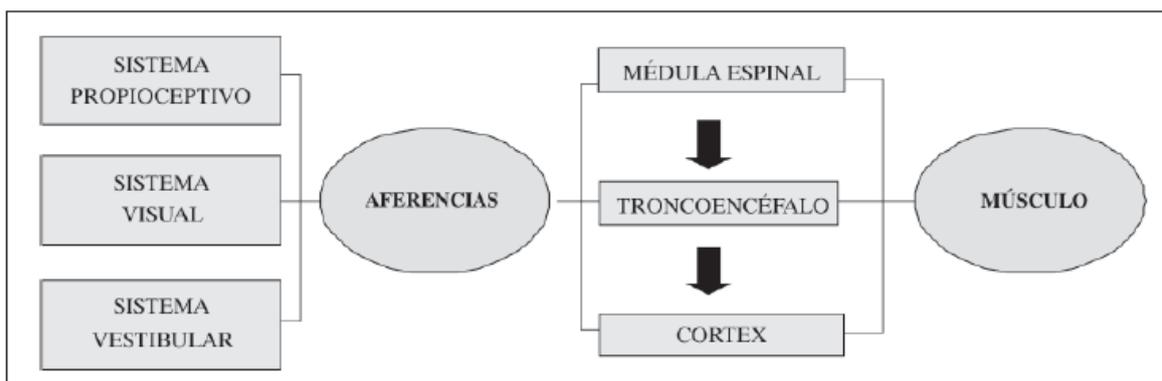


FIG 1. Esquema de las aferencias periféricas y niveles de control del sistema propioceptivo<sup>5</sup>

La propiocepción comenzó a utilizarse como método de rehabilitación para restaurar los déficits propioceptivos derivados de una lesión, o también como método de prevención lesional y mejora del rendimiento, como veremos a continuación más detalladamente.

### 2.3.2. *Propiocepción como rehabilitación.*

Hay numerosos estudios<sup>6,7,8</sup> que revelan que tras una lesión, hay alteraciones en la propiocepción, ya que en los ligamentos contienen mecanorreceptores, por lo que la lesión afectaría a la información que es enviada por estos, alterando negativamente a las respuestas motoras y aumentan la probabilidad de sufrir una lesión tanto recayendo sobre la misma, o provocando otras diferentes. También hay autores<sup>9,10,11</sup> que describen el mismo producto (lesión), pero alterando el orden de los factores, ya que explican que puede haber deterioros del sistema propioceptivo previos a la lesión, debido a que existen factores de riesgo<sup>12,13,14,15</sup> que influyen como pueden ser la edad, el sexo o la fatiga, entre otros.

Freeman et al. (1965), ya propusieron el entrenamiento propioceptivo mediante ejercicios coordinativos para reducir el déficit propioceptivo y la sensación de inestabilidad que ocasionaba el esguince de ligamento lateral de tobillo, y de esta forma reeducar la articulación dañada.

### 2.3.3. *Propiocepción como método de entrenamiento deportivo.*

En cuanto a la literatura que ha investigado la propiocepción como medio de entrenamiento para la mejora del rendimiento deportivo, encontrándose evidencias en los factores del rendimiento, ya que la información acerca de la posición y del movimiento corporal que aporta dicho sistema al deportista, puede suponer una mejora

en los mecanismos de ejecución<sup>16</sup> como también en las capacidades físicas<sup>17, 18</sup>. A continuación, algunos de los aspectos en los que se han visto mejoras son:

- Agilidad<sup>19, 20</sup>.
- Capacidad de salto<sup>20, 21, 22, 23, 24,25</sup>.
- Estabilidad monopodal y bipodal<sup>21</sup>.

Estas mejoras se han relacionado con que en situaciones de inestabilidad, aparecen movimientos reflejos que pueden bien favorecer al equilibrio o bien dificultarlo. Por lo que, con dicho entrenamiento propioceptivo hará que predominen aquellos movimientos que aumenten la estabilidad sobre aquellos que no solo no lo favorecen, sino que lo disminuyen<sup>26</sup>.

En la literatura, podemos investigar las conclusiones que se han ido extrayendo a partir de los diferentes estudios que han sido realizados sobre los programas de intervención propioceptivos para la prevención del esguince de tobillo.

En cuanto a los tipos de ejercicios<sup>27</sup>, se deben incluir ejercicios de agilidad, pliometría y de fortalecimiento muscular, para aumentar la eficacia de dicho programa. También varios autores<sup>27, 28, 29</sup>, que proponen que lo que se pretende es la prevención de esguinces de tobillo, lo mejor es el uso de plataformas estables, reduciéndose así el riesgo de que acontezca una lesión, y también la mejora de la estabilidad.

Además, deben de realizarse en ambos tobillos los ejercicios<sup>28, 29</sup>, ya que cuando se sufre un esguince, el miembro contralateral también se suele ver afectado en cuanto a lo que la propiocepción se refiere<sup>28, 30,31</sup>.

La duración de este tipo de intervenciones no está perfectamente determinado. Sin embargo, todas ellas oscilan entre 4 semanas y 1 año de duración, siendo la primera lo mínimo indispensable para que haya mejoras en los valores de la propiocepción<sup>29, 32, 33, 34</sup>.

#### *2.3.4. Evaluación de la propiocepción.*

Un aspecto fundamental que debemos tener presente, es la dificultad que entraña la evaluación directa de la propiocepción incluso imposible, ya que esta actúa tanto a nivel consciente como inconsciente (Benjaminse, 2008).

Para su evaluación directa, se han propuesto métodos como el Joint Position Sense o Sensación de Posición Articular (en adelante, JPS). Esta prueba mide la exactitud a la hora de reproducir una posición, y puede llevarse a cabo de forma tanto pasiva como

activa, y en cadena abierta o cerrada. Para su evaluación, se han utilizado mediciones de ángulos articulares, como el vídeo, goniómetros y potenciómetros, y mediciones indirectas con escalas visuales<sup>35</sup>. La prueba requiere de instrumentos específicos, y de alto coste, ya que el tobillo del sujeto se encuentra coaptado por una máquina isocinética, la cual coloca el tobillo en una angulación predeterminada, y vuelve a la posición inicial. Tras esto, el sujeto de forma pasiva (por acción de la máquina) debe detener el movimiento en la angulación más aproximada posible a la anterior. Otro aspecto que se ha estudiado, es la Reproducción Angular Activa, es una variante de la prueba anterior en la cual al sujeto se le lleva a una angulación determinada del tobillo, se le recoloca en la posición anatómica, y este debe reproducir de forma activa hasta llegar a dicha posición (Callaghan, M. et al., 2002).

Junto con la prueba de JPS, también cuentan con una amplia base científica, tal y como señala Tironi (2008)<sup>35</sup>, la prueba de la Kinestesia y la prueba de la Sensación de Tensión, lo que hace que su validez esté bien contrastada, poseen la desventaja de que requieren de instrumentos demasiado complejos y costos, impidiendo así su accesibilidad a los terapeutas, los cuales sacarían mucho partido de este aparataje en casa de disponer de ellos.

Para la evaluación indirecta de la propiocepción, se han propuesto pruebas y test para la reproducción de los niveles de fuerza (Dover, G. y Powers, M., 2003), el equilibrio y la estabilidad articular<sup>35</sup>.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Objetivo.

Comprobar la eficacia de un programa de propiocepción en la prevención de lesiones ligamentarias de tobillo y su efecto en el rendimiento en jugadores de baloncesto pre-adolescentes.

#### 3.2. Diseño del estudio.

El estudio es un diseño longitudinal, pre-post intervención con un grupo control.

#### 3.3. Muestra.

La muestra total (Ilustración 1) del estudio está compuesto por un total de 24 jugadores, pertenecientes a un club de baloncesto de la ciudad de León, C.B. Agustinos-Eras. Todos ellos son jugadores federados de la misma categoría competitiva: alevín masculino (nacidos en el año 2002 y 2003).

Todos los padres de los jugadores firmaron un consentimiento informado, al ser menores de edad todos ellos, autorizando a sus hijos para la realización de dicho estudio (Anexo 1).

Los criterios de inclusión-exclusión establecidos para su participación en el estudio fueron los siguientes:

- Pertenecer a la categoría de edad y estar debidamente federado en la competición provincial.
- No haber tenido ninguna intervención quirúrgica en el tobillo.
- No tener limitaciones anatómicas que puedan alterar las mediciones de forma estandarizada.
- Poder asistir a todas las sesiones a partir del inicio del estudio.
- Utilizar el mismo calzado específico de baloncesto durante todas las sesiones, encontrándose al inicio de las mismas en un estado óptimo.



Ilustración 1. Diagrama de flujo de la muestra.

A partir de ahora, al grupo de intervención preventiva será denominado “P” y el grupo control será denominado “C”.

### **3.4. Procedimiento.**

Los grupos P y C realizan a lo largo de tres meses consecutivos de duración, los mismos ejercicios durante tres sesiones semanales de entrenamiento grupal de sus respectivos equipos de baloncesto.

El trabajo preventivo común a ambos grupos tiene una duración de 10 minutos previa al inicio de la sesión de entrenamiento.

Las sesiones se estructuran de la siguiente forma:

- 10 minutos de trabajo preventivo conjunto a ambos grupos.
- Calentamiento a través de diversos juegos, diferentes en cada una de las sesiones.
- La parte principal consta del trabajo técnico-táctico, marcado dentro de los objetivos a alcanzar dentro de la categoría.
- Vuelta a la calma y estiramientos estáticos.

El grupo C realiza las sesiones de trabajo preventivo programado durante los tres meses que dura el estudio, tomando las mediciones el día de inicio y el día final del programa.

El grupo P realiza las mismas sesiones grupales que el grupo C, trabajando a parte un programa propioceptivo extra para potenciar los efectos del trabajo preventivo general marcado. Las mediciones fueron realizadas en el mismo momento que el grupo C.

### **3.5. Evaluación.**

Para este estudio se ha contado con tres colaboradores experimentados en el ámbito de la actividad física, siendo los tres graduados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, asignándoles las siguientes funciones:

- Colaborador 1 (P.M.): es el encargado de todo el trabajo preventivo a nivel general grupal, realizado en los 10 minutos previos al inicio de la sesión de entrenamiento.

- Colaborador 2 (D.V.): supervisa y controla a los sujetos elegidos de forma aleatoria que realizan el programa específico encaminado a potenciar los efectos del trabajo preventivo general marcado.
- Colaborador 3 (J.M.): es el encargado de realizar todas las mediciones siendo cegado desde el inicio del estudio.

Los materiales empleados para la toma de los datos fueron:

- Teléfono móvil: iPhone 6 Plus con cámara de alta velocidad de 120 fotogramas por segundo.
- Cinta métrica homologada de dos metros de longitud.
- Cinta adhesiva utilizada para marcar las dimensiones de la estrella (Test de la Estrella, Anexo 2).
- Un listón de madera de dimensiones 10x8x8 cm.
- Cuatro conos de 30 cm de altura.
- Cronómetro.

Los jugadores asisten con ropa de entrenamiento del club (camisetas sin mangas y pantalón corto) y zapatillas específicas de baloncesto con las que son realizadas todas las sesiones.

Los datos recogidos fueron de dos tipos:

- Ficha de evaluación, donde se recogen los datos personales de cada jugador y en una hoja de cálculo Excel, y además, los factores intrínsecos determinados por la literatura (Ballesteros Massó et al., 2000; Vilás, 2000; Álvarez Valverde et al., 2001; Kulund, 1990; Munuera, 1996; Baumhauer, Alosa, Reström, Trevino, y Beynnon, 1995; Murphy, Conolly, y Beynnon, 2003; Brown, 1999; Mckey, Goldie, Payne, y Oakes, 2001), siendo estos la edad, el historial previo de lesiones, el sexo, la altura y el peso; y los factores extrínsecos (Kulund, 1990; Munuera, 1996; Baumhauer et al., 1995; Murphy et al., 2003; Brown, 1999; Mckey et al., 2001), la carga de trabajo semanal (expresada como volumen de trabajo), tipo de calzado utilizado, la posición del jugador y la asistencia a los entrenamientos. Todos estos datos recogidos, serán tratados posteriormente

Las pruebas realizadas pre-post intervención (Anexo 2) fueron cuatro:

- Test de la Estrella (SEBT en adelante) <sup>10, 29, 30, 26, 37, 38</sup>, utilizada en numerosos estudios para la evaluación de la estabilidad dinámica del miembro inferior.

- Test de agilidad<sup>21, 22, 23</sup>, entendido como uno de los beneficios del entrenamiento de la propiocepción en el rendimiento.
- Test de salto vertical<sup>20, 21, 22, 23, 25, 39</sup>, relación entre la potencia del miembro inferior con el salto con contramovimiento. Al igual que la agilidad, entendido como otro de los beneficios de la propiocepción en el rendimiento.
- Apoyo monopodal (Shell et al., 2008) en plataforma estable con ojos abiertos y cerrados durante 30 segundos, utilizada para evaluar la estabilidad en situaciones estáticas y la contribución de la vista a la propiocepción.

### 3.6. Intervención.

#### 3.6.1. Trabajo preventivo programado general.

Aquí se presenta la distribución semanal atendiendo al contenido según el día (Tabla 1), realizada por todos los integrantes del equipo. Los ejercicios se realizan antes del inicio de la sesión tras un breve calentamiento de rueda de entradas.

Lunes	Miércoles	Viernes
Ejercicios de coordinación (a)	Pliometría o multisaltos (b)	Rutina de ejercicios neuromusculares (c)

Tabla 1. Distribución semanal de los contenidos

#### 3.6.1.1. Ejercicios de coordinación.

El elemento entorno al que se diseñaban los ejercicios era la escalera de coordinación. Los ejercicios<sup>40</sup> consistían en 3 bloques de dos semanas cada uno durante las primeras 6 semanas. Las 6 siguientes se repetían los mismos bloques, pero el ejercicio se hacía en forma de competición de relevos por equipos, de tal forma que aumentara la motivación y la velocidad de ejecución de los ejercicios. A continuación se detallan los ejercicios propuestos, y junto con su leyenda (letra previa a la explicación del ejercicio).

1<sup>er</sup> bloque. Semanas 1-2, 7-8.

- Primera escalera: Movimiento de carrera, realizando un apoyo en cada escalón y avance, elevando la rodilla hasta alcanzar los 90°, y en la segunda, misma ejecución, con la única diferencia que se realizaban dos apoyos en cada escalón antes de avanzar.

- b) Movimiento de carrera donde se comienza con los dos pies dentro del escalón, se desplaza un pie hacia su mismo lado del siguiente cuadrado (pie derecho a la derecha del cuadrado y misma dinámica con el izquierdo), y a continuación el pie del lado puesto realiza el mismo movimiento de forma simétrica. Cuando ambos pies se encuentren a los lados del cuadrado, se deben introducir al siguiente cuadrado en el mismo orden que en el movimiento anterior.

2º bloque. Semanas 3-4, 9-10.

- c) Aperturas a pies juntos, iniciando con los dos pies dentro de un cuadrado, salto con ambos pies y apertura de los mismos cayendo a los lados del siguiente cuadrado, y volviendo a cerrar en el salto posterior. Se sigue alternando hasta finalizar la escalera de coordinación. Se comenzaba realizando los saltos hacia adelante, y en el siguiente ejercicio hacia atrás.
- d) La posición de partida era con los dos pies fuera de la escalera, donde la zona del exterior de un pie, era la más próxima a la escalera. Se avanza con el pie más cercano dos cuadros y con el más alejado al cuadro anterior del otro pie. Se continúa la dinámica avanzando dos con cada pie, hasta el final de la escalera. La primera serie se realizaba sin cambiar la orientación del cuerpo, y en la segunda serie, por el lado opuesto.

3º bloque. Semanas 5-6, 11-12.

- e) El ejercicio se inicia en un extremo de la escalera, con el pie derecho dentro del primer cuadrado y el pie izquierdo fuera de la escalera y hacia la izquierda. Salto y en el aire giro de caderas de 45º, manteniendo la cabeza y los hombros mirando hacia adelante, cayendo con el pie derecho en el primer cuadrado y el pie izquierdo en el segundo escalón. Nada más caer, se repite el salto, cayendo en este caso con el pie izquierdo en el segundo escalón, y el derecho fuera de la escalera hacia el lado derecho, mirando hacia adelante. Se repite la secuencia hasta finalizar la escalera.
- f) Comenzando en la posición de salida, en un extremo de la escalera con el pie izquierdo fuera de la escalera y hacia la izquierda, y el pie derecho en el primer cuadrado. Salto rápido y caída con el pie derecho fuera de la escalera, a la derecha del primer cuadrado y con el pie izquierdo en el centro del segundo cuadrado. Se repite el salto y se cae con el pie izquierdo a la

izquierda del segundo cuadrado y con el pie derecho en el centro del tercer cuadrado. Se repite la secuencia hasta el final de la escalera.

Durante las 6 primeras semanas, los ejercicios eran realizados en situaciones facilitadas, ya que cada jugador posee un balón, y realiza los ejercicios colocándolo encima de la cabeza durante la ejecución del ejercicio coordinativo, y al salir de la escalera procede a realizar una entrada propia del baloncesto. En las siguientes 6 semanas, se realizan los mismos ejercicios, pero se distribuyen en cuatro equipos, y deben de realizar el ejercicio pasándose el balón por la espalda (por lo que aumentaba su dificultad), y además, al finalizar la escalera debían anotar una canasta lo más rápido posible y pasar el balón a su compañero de equipo, que realizaba la misma secuencia.

### 3.6.1.2. Ejercicios de pliometría

Este tipo de ejercicios se realizan los miércoles de cada semana, donde todos los jugadores se colocan en la parte baja de las escaleras, y comienzan con los ejercicios, realizando el primer mes, 1 serie de cada ejercicio, el segundo 2 series de cada ejercicio y el tercer mes, 3 series de cada uno, de entre 16 escalones cada serie de escaleras

Los ejercicios que realizan se explican a continuación:

- a) Un apoyo en cada escalón, alternando el pie con el que se realiza la batida.
- b) Un apoyo cada dos escalones, alternando los pies de batida.
- c) Un apoyo cada tres escalones, alternando los pies de batida.
- d) Saltos de rana: a pies juntos, apoyo en cada escalón.
- e) Saltos de rana: a pies juntos, apoyo cada dos escalones.
- f) Saltos de rana: a pies juntos, apoyo cada tres escalones.
- g) Pata coja (todo el recorrido con la misma pierna): un apoyo en cada escalón.
- h) Pata coja (todo el recorrido con la misma pierna): un apoyo en cada dos escalones.
- i) Pata coja (todo el recorrido con la misma pierna): un apoyo en cada tres escalones.
- j) Combinaciones (por ejemplo Fig. 2).

	DCHA
	DCHA
IZQ	
IZQ	
	DCHA
	DCHA
IZQ	
IZQ	
	DCHA
	DCHA
IZQ	
IZQ	
	DCHA
	DCHA
IZQ	
IZQ	

FIG 2.  
16

### 3.6.1.3. Ejercicios de movilidad o neuromusculares

Los ejercicios se realizan en la pista de baloncesto. El primer mes se realiza cada ejercicio solo en media pista, el segundo la pista entera, y el tercero con los ojos cerrados media pista. Los ejercicios bilaterales se cuentan como ejercicios diferentes, es decir, uno sería con el pie derecho y otro con el pie izquierdo, sin cambiar a mitad del recorrido.

Los jugadores se disponen a lo largo de la línea de fondo mirando en dirección a la canasta contraria. Los ejercicios propuestos son los que se especifican a continuación:

- a) Andar de puntillas.
- b) Andar de talones.
- c) Andar con zona exterior del pie.
- d) Andas con la zona interna del pie.
- e) En apoyo monopodal en zig-zag.
- f) En apoyo monopodal trazando círculos alrededor de una zona delimitada (por ejemplo un cono).
- g) En apoyo monopodal llevando el pie libre hacia atrás, después hacia adelante, después a cada lado. 5 veces con cada pie el primer mes, y 10 repeticiones el segundo mes.
- h) En apoyo monopodal, flexión de rodilla y tocar el pie, después subir. 5 veces con cada pie el primer mes, y 10 repeticiones el segundo mes.
- i) En apoyo monopodal, realizar saltos en zig-zag flexionando la rodilla para tocar el tobillo.
- j) Dar dos pasos amplios, cayendo al tercero en apoyo monopodal, manteniendo el equilibrio.
- k) Salto a pies juntos y caer sobre una pierna, manteniendo el equilibrio.
- l) Dos pasos adelante, uno hacia atrás cayendo sobre una pierna, manteniendo el equilibrio.

### 3.6.2. Trabajo preventivo adicional.

En cuanto a este trabajo, el grupo P lo realiza en tres sesiones a mayores del grupo C, en días diferentes a los que realizan el trabajo preventivo general. Este trabajo es llevado a cabo por un graduado en ciencias de la actividad física y del deporte, quien supervisa en todo momento que el trabajo se realice de la forma adecuada sin que haya ningún riesgo para la salud de los participantes.

Los ejercicios que se realizan cada semana son los mismos que realizan el resto de los días, solo que aumentamos el volumen de trabajo semanal de 3 días a 6 días de trabajo propioceptivo, realizando cada sesión dos veces por semana de cada contenido.

### **3.7. Procedimiento estadístico.**

Primeramente, se ha realizado el análisis de la normalidad de los datos descriptivos de la muestra; dado que  $n$  es menor de 50, se ha realizado el test de normalidad de Shapiro-Wilk, obteniéndose que esta presenta una distribución no normal.

A continuación, se determinó mediante un análisis no paramétrico, más concretamente, el test de Wilcoxon la relación entre los datos obtenidos del test.

Para el tratamiento de los datos obtenidos en los tests, se ha utilizado tanto SPSS y el programa de cálculo del Excel.

Se ha considerado el valor- $p$  inferior a 0,05 para una significación estadística.

## 4. RESULTADOS.

En este apartado se presentan los datos obtenidos en los cuatro tests se han realizado a ambos grupos. Dichos datos están expresados en las unidades de medida indicadas según el test en cuestión más menos la desviación típica. Además, se presentan otros datos de interés para la investigación.

### 4.1. SEBT.

A continuación, se presentan los datos pre-intervención y post-intervención, de la pierna dominante (PD en la tabla) y la no dominante (PND en la tabla) del test SEBT y el incremento que han tenido tras la intervención en el programa, y el valor-*p* de Wilcoxon obtenido (Tabla 2). Tras ello, se encuentran los gráficos que complementan la información obtenida en la tabla 2 (Figs. 3 y 4 para grupo P; Fig. 5 y 6 para grupo C)

DIRECCIÓN		Control		Prevención	
		PD ± SD	PND ± SD	PD ± SD	PND ± SD
ANT (cm)	Antes	84,317 ± 4,515	85,242 ± 4,01	84,975 ± 3,307	86,625 ± 3,14
	Después	87,917 ± 3,897	87,883 ± 3,857	91,958 ± 3,068	91,475 ± 3,08
	Incremento	3,6	2,641	6,983	4,85
	<i>P Wilcoxon</i>	0,002	0,002	0,002	0,002
AMED (cm)	Antes	85,35 ± 3,395	87,342 ± 3,66	86,5 ± 2,781	88,508 ± 2,128
	Después	88,425 ± 2,77	88,292 ± 3,091	92,667 ± 2,384	92,542 ± 2,43
	Incremento	3,075	0,95	6,167	4,034
	<i>P (Wilcoxon)</i>	0,002	0,002	0,002	0,002
MED (cm)	Antes	87,233 ± 3,83	88 ± 3,421	87,867 ± 2,616	89,117 ± 2,395
	Después	89,558 ± 3,225	89,383 ± 3,033	93,725 ± 2,302	93,65 ± 2,201
	Incremento	2,325	1,383	5,858	4,533
	<i>P (Wilcoxon)</i>	0,002	0,002	0,002	0,002
PMED (cm)	Antes	87,317 ± 3,236	88,216 ± 3,985	87,5 ± 1,794	88,891 ± 1,974
	Después	89,383 ± 2,948	89,066 ± 2,788	92,8 ± 1,905	92,817 ± 2,005
	Incremento	2,066	0,85	5,3	3,926
	<i>P (Wilcoxon)</i>	0,002	0,002	0,002	0,002
POST (cm)	Antes	80,117 ± 2,948	80,258 ± 2,334	79,942 ± 1,581	79,933 ± 1,993
	Después	84,108 ± 2,486	83,875 ± 2,276	87,175 ± 2,02	86,775 ± 2,143
	Incremento	3,991	3,617	7,233	6,842
	<i>P (Wilcoxon)</i>	0,002	0,002	0,002	0,002
PLAT (cm)	Antes	77,4 ± 3,408	77,4 ± 3,408	77,758 ± 2,192	77,592 ± 2
	Después	79,508 ± 3,067	79,558 ± 2,314	83,55 ± 1,989	83,375 ± 2,082
	Incremento	2,341	2,158	5,792	5,783
	<i>P (Wilcoxon)</i>	0,002	0,002	0,002	0,002
	Antes	74,592 ± 2,296	75,416 ± 3,443	77,4 ± 3,408	74,625 ± 3,038

LAT (cm)	Después	77,167 ± 3,174	76,85 ± 3,07	81,233 ± 2,301	81,067 ± 2,25
	Incremento	2,575	1,434	6,45	6,442
	<i>P (Wilcoxon)</i>	0,002	0,002	0,002	0,002
ALAT (cm)	Antes	73,95 ± 3,175	75,008 ± 1,782	73,8 ± 2,44	74,625 ± 2,358
	Después	76,675 ± 2,414	76,592 ± 2,259	80,558 ± 1,553	80,417 ± 1,606
	Incremento	2,725	1,584	6,758	5,792
	<i>P (Wilcoxon)</i>	0,002	0,002	0,002	0,002

Tabla 2. Valores del test SEBT del grupo C y E.

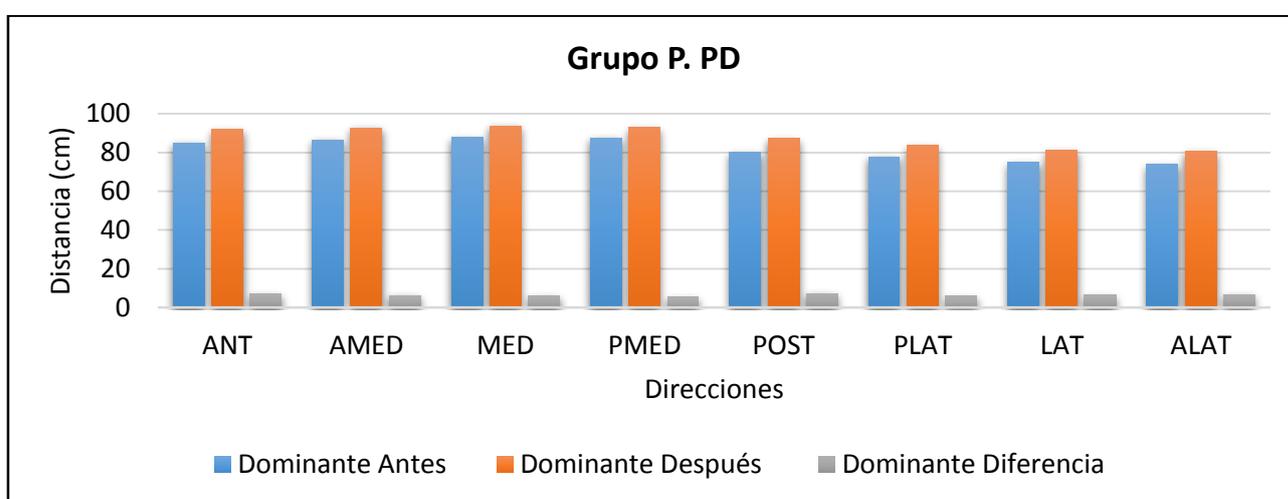


FIG 3. Grupo E, pie dominante.

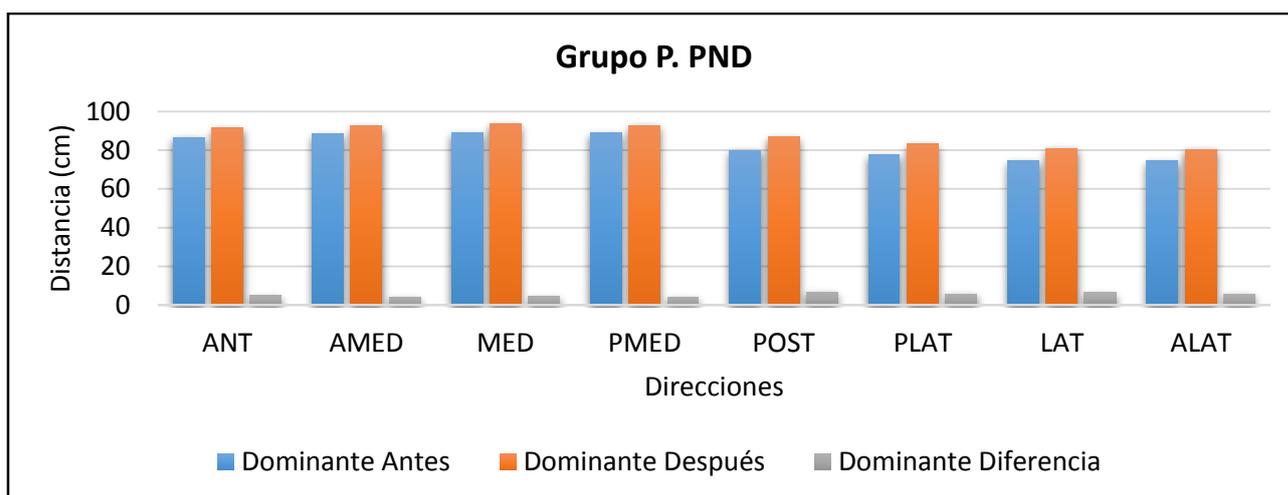


FIG 4. Grupo E, pie no dominante.

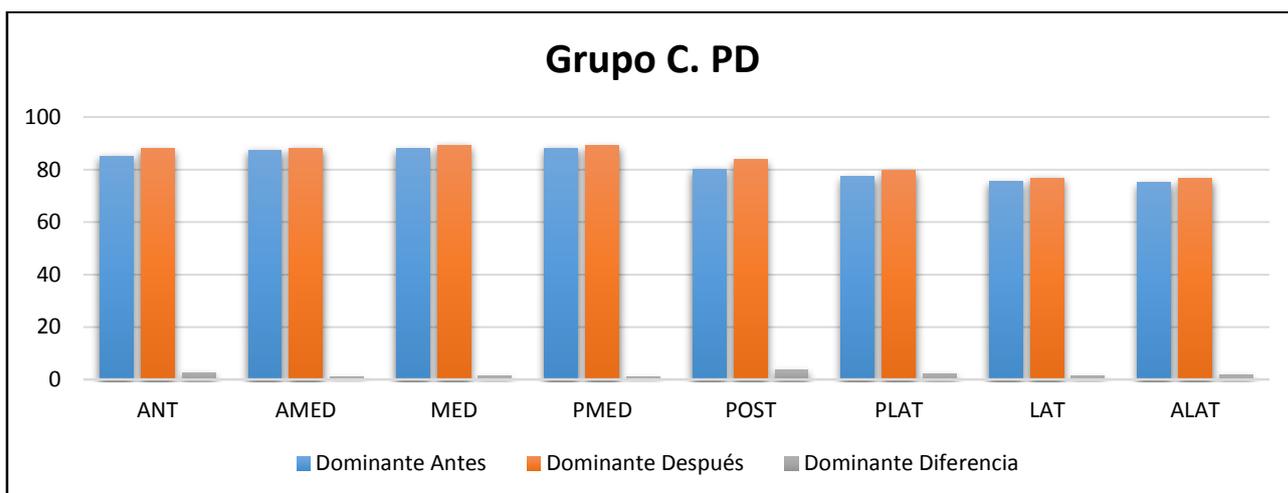


FIG 5. Grupo C, pie dominante.

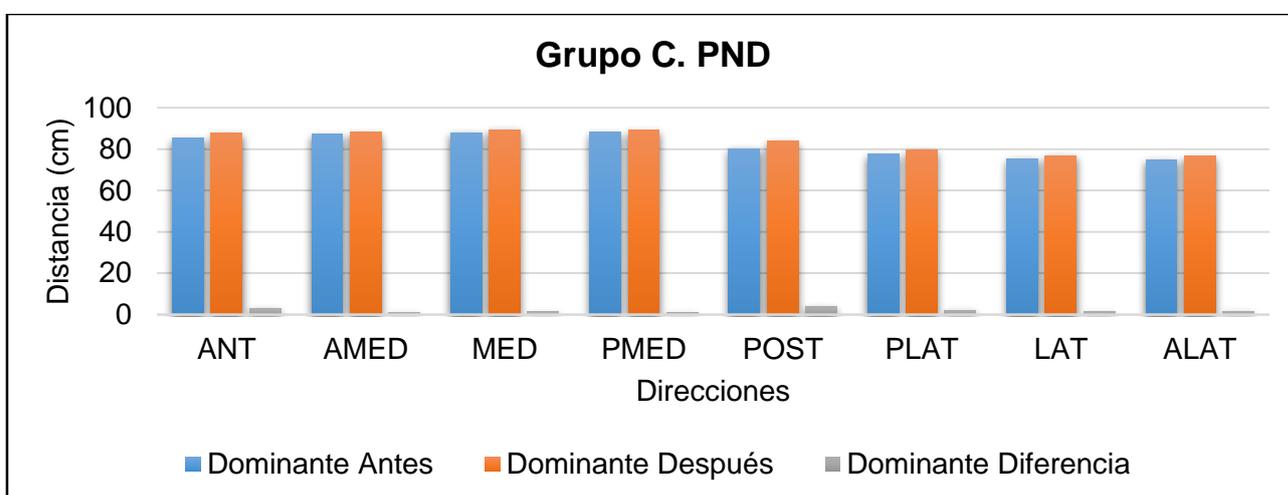


FIG 6. Gráfico de la Tabla 2 del pie dominante (PD)

Así también, se presenta en la siguiente tabla y figura (Tabla 3 y Fig. 7), en qué medida el programa de propiocepción extra aumenta los valores, respecto al grupo C, separando según la pierna en cuestión, y se muestra en la última columna la media del incremento.

DIRECCIÓN	PD	PND	Media
ANT(cm)	3,383	2,209	2,796
AMED (cm)	3,092	3,084	3,088
MED (cm)	3,533	3,15	3,342
PMED (cm)	3,234	3,076	3,155
POST (cm)	3,242	3,225	3,234
PLAT (cm)	3,451	3,625	3,538
LAT (cm)	3,875	5,008	4,442
ALAT (cm)	4,033	4,208	4,121

Tabla 3. Diferencia entre grupos en cuanto al incremento experimentado.

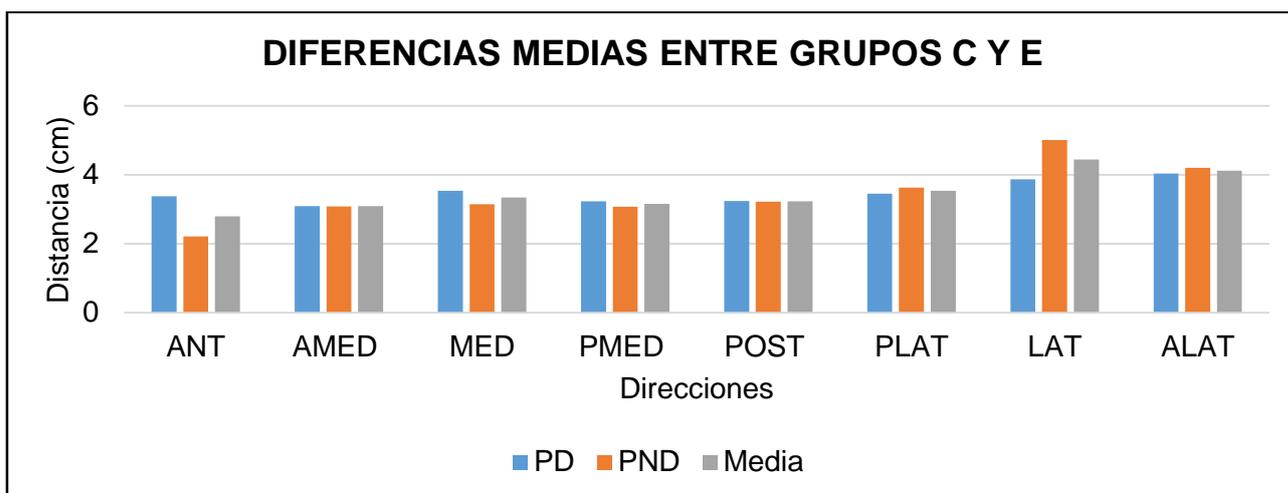


FIG 7. Medias del incremento entre los grupos C y E.

Otra medida fundamental de este test, es la diferencia entre las medidas obtenidas de la pierna dominante y de la no dominante y la media de las diferencias entre ambos grupos (Tabla 4 y Fig. 8), ya que es un índice que permite ver el riesgo de lesión de la extremidad inferior.

		Control	Prevención	Media grupos
ANT (cm)	Antes	-0,925	-1,65	-1,2875
	Después	0,034	0,483	0,2585
AMED (cm)	Antes	-1,992	-2,008	-2
	Después	0,133	0,125	0,129
MED (cm)	Antes	-0,767	-1,25	-1,0085
	Después	0,175	0,075	0,125
PMED (cm)	Antes	-0,899	-1,391	-1,145
	Después	0,317	-0,017	0,15
POST (cm)	Antes	-0,141	0,009	-0,066
	Después	0,233	0,4	0,3165
PLAT (cm)	Antes	0	0,166	0,083
	Después	-0,05	0,175	0,0625
LAT (cm)	Antes	-0,824	2,775	0,9755
	Después	0,317	0,166	0,2415
ALAT (cm)	Antes	-1,058	-0,825	-0,9415
	Después	0,083	0,141	0,112
MEDIA (cm)		-0,335	-0,164	-0,250

Tabla 4. Valores de la diferencia entre PD y PND y media de las diferencias, pre-intervención y post-intervención.

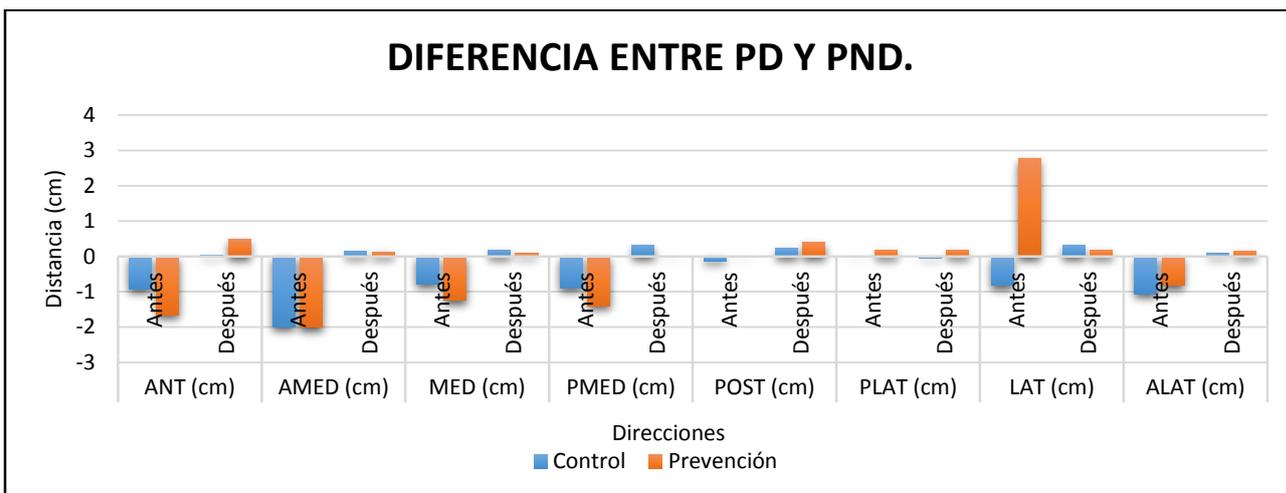


FIG 8. Diferencia entre PD y PND pre-intervención y post-intervención.

#### 4.2. Test de agilidad.

En la siguientes tabla y figura (Tabla 6 y Fig. 9), se expresan los datos obtenidos en segundos más menos la desviación típica, de cada grupo, el incremento experimentado, y el valor-*p* de Wilcoxon.

Tiempo (seg)	Antes ± SD	Después ± SD	Incremento	<i>P</i> (Wilcoxon)
Grupo C	14,923 ± 0,781	14,634 ± 0,717	-0,289	0,002
Grupo E	14,845 ± 0,749	14,201 ± 0,53	-0,644	0,002

Tabla 5. Valores del test de agilidad para los grupos C y E.

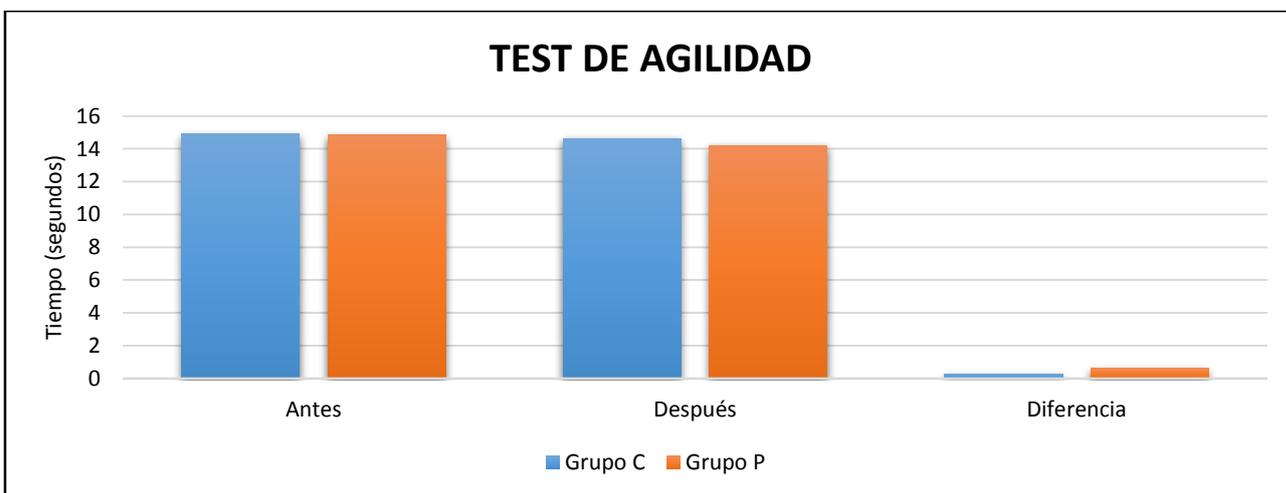


FIG 9. Valores del test de agilidad para los grupo C y P.

### 4.3. Test de salto vertical.

En este apartado (Tabla 7 y Fig. 10), se muestran los valores obtenidos en el test de salto vertical en segundos más menos la desviación típica, el incremento de cada grupo y el valor-*p* de Wilcoxon.

Salto	Antes ± SD	Después ± SD	Incremento	<i>P</i> (Wilcoxon)
Grupo C	30,008 ± 2,679	33,633 ± 9,316	3,625	0,002
Grupo P	31,733 ± 1,937	32,9 ± 1,738	1,167	0,002

Tabla 6. Valores del test de salto vertical.

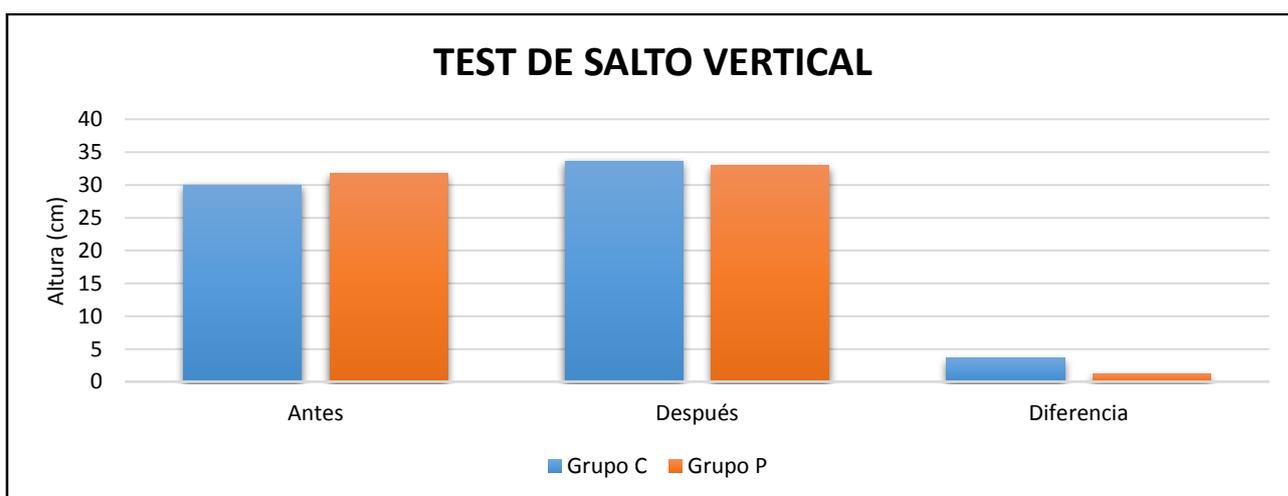


FIG 10. Valores del test de salto vertical de los grupos C y P.

### 4.4. Test de apoyo monopodal.

A continuación se presentan el número de apoyos obtenidos durante los 30 segundos que dura el test, para el grupo experimental (Tabla 8 y Fig. 11), y para el grupo control (Tabla 9 y Fig. 12).

DIRECCIÓN		Grupo Prevención		
		PD ± SD	PND ± SD	<i>P</i> (Wilcoxon)
OJOS ABIERTOS	Antes	0,0 ± 0,0	0,167 ± 0,389	0,002
	Después	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,002
	Incremento	0,0	-0,167	-
OJOS CERRADOS	Antes	0,5 ± 0,522	0,66 ± 0,984	0,002
	Después	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,002
	Incremento	-0,5	-0,66	-

Tabla 7. Valores del test de apoyo monopodal del grupo P.

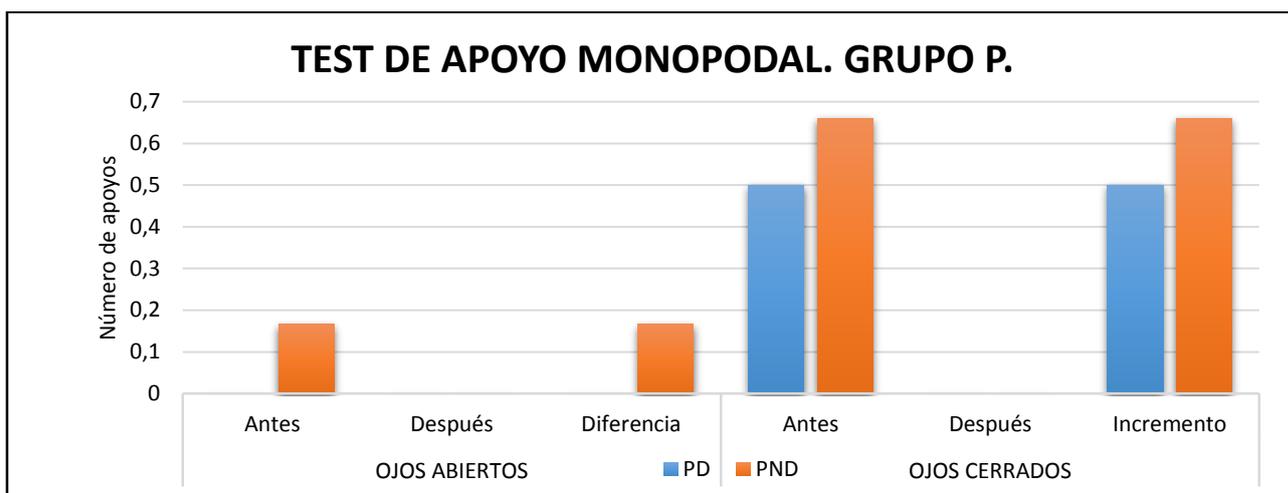


FIG 11. Valores del test de apoyo monopodal del grupo P.

DIRECCIÓN		Grupo Control		
		PD $\pm$ SD	PND $\pm$ SD	P (Wilcoxon)
OJOS ABIERTOS	Antes	0,167 $\pm$ 0,389	0,5 $\pm$ 0,798	0,002
	Después	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,002
	Incremento	-0,167	-0,5	-
OJOS CERRADOS	Antes	0,667 $\pm$ 1,155	1,333 $\pm$ 1,155	0,002
	Después	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,002
	Incremento	-0,667	-1,333	-

Tabla 8. Valores del test de apoyo monopodal del grupo C.

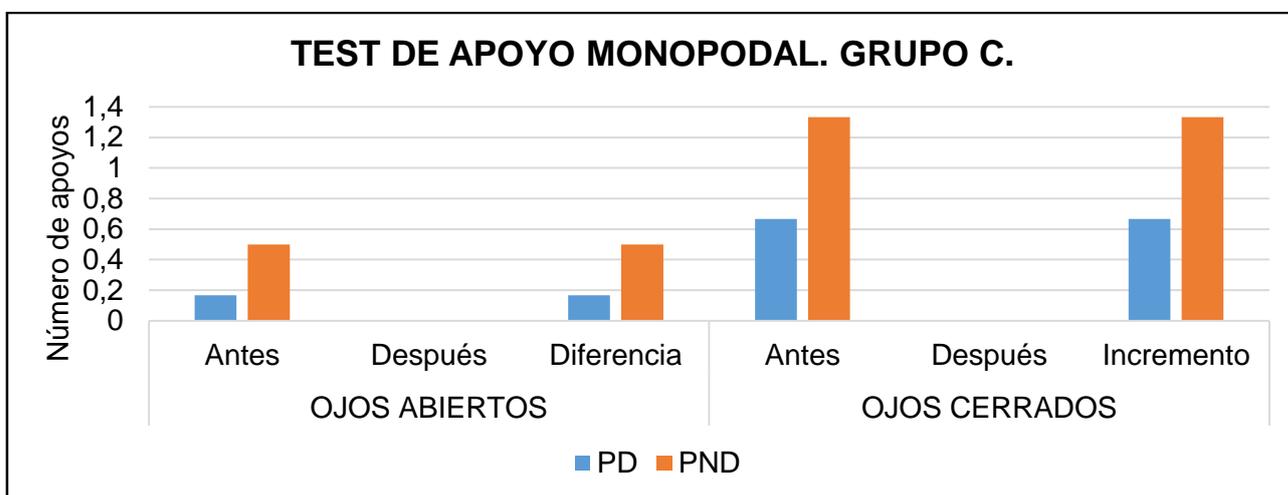


FIG 12. Valores del test de apoyo monopodal del grupo C.

## **5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.**

El objetivo de este estudio es determinar si el trabajo de propiocepción disminuye el riesgo de lesión, y además puede incrementar el rendimiento, en aspectos como el salto y la agilidad.

En el SEBT, Plisky et al.<sup>10</sup> realizaron el mismo test, pero con solo tres direcciones del movimiento (anterior, antero-medial y antero-lateral), y vieron los cambios entre la pretemporada, y el final de temporada, descubriendo que aquellos sujetos que poseen diferencias entre ambos miembros inferiores en la misma dirección de medida iguales o superiores a 4 centímetros, tienen un mayor riesgo de sufrir un esguince de tobillo. En este estudio, se puede ver (Tabla 4 y Fig. 8), como las diferencias entre ambas piernas se ha obtenido una reducción del orden de -0,250 cm en todos los grupos, en el grupo C en torno a -0,033 cm y el grupo P alrededor de -0,164 cm. En esta misma línea, como se puede observar en el apartado anterior (Tabla 2 y Fig. 3-6), vemos como hay una tendencia de mejora con el programa propioceptivo en ambos grupos, en concordancia con Plisky (Ibíd.) y con González, Oyarzo, Fischer, De la Fuente, Díaz y Berral (2011)<sup>41</sup>, en los que puede ver una línea de tendencia ascendente con dicho entrenamiento. En este estudio, además se ha obtenido que ambos grupos han tenido mejoras, pero en especial el grupo P, donde el incremento de las medidas ha sido significativamente mayor que el grupo C (Tabla 2).

De esta forma, y de acuerdo con Plisky<sup>10</sup> y González et al.<sup>41</sup> se puede afirmar que la realización de un programa de ejercicios propioceptivos mejora las medidas obtenidas en el SEBT, y reduce las diferencias entre la pierna dominante y la no dominante, reduciéndose así el riesgo de esguince de tobillo.

En cuanto al test de agilidad, y en relación con lo propuesto por Boccolinni et al. (2013)<sup>21</sup>, Matavulj et al. (2001)<sup>22</sup>, y Myer et al. (2006)<sup>23</sup>, se pueden ver mejoras en dicho test (Tabla 6 y Fig. 9), donde ambos grupos mejoraron, pero el incremento del grupo P (-0,644 seg) fue mayor que el obtenido por el grupo C (-0,289 seg). Así podemos concluir, que el entrenamiento propioceptivo mejora la agilidad, tal y como proponen distintos autores<sup>21, 22, 23, 36, 37, 38</sup>, pero este estudio demuestra que las mejoras en la agilidad son mayores si hay un suplemento del trabajo propioceptivo genérico de prevención.

En el test de salto vertical, se pueden observar mejoras tal y como demuestra la literatura<sup>20, 21, 22, 23, 25, 39</sup>, pero en este caso, se ha visto que las mayores mejoras se han vislumbrado en el grupo C (Tabla 7 y Fig. 10) a diferencia del resto de tests realizados.

Por lo que, este aspecto del rendimiento, mejora con el trabajo propioceptivo, pero dicha mejora no está relacionada con mayor número de sesiones semanales de trabajo propioceptivo.

Por último, en el test de apoyo monopodal, tal y como señala Shell et al. (2008), hay una mejora con el trabajo propioceptivo, ya que se reducen el número de apoyos durante el mantenimiento del equilibrio encontrándose el sujeto en apoyo monopodal. En este estudio, se ha visto (Tabla 8 y Fig.11) como todos los sujetos mejoraron, llegándose a obtener valores de 0 apoyos en ambos grupos, tanto con los ojos abiertos como cerrados, significando esto, que este tipo de trabajo reduce la oscilación del centro de presiones, manteniendo este dentro de la base de sustentación, y además reduce la contribución de la vista al equilibrio, mejorándose así la estabilidad en situaciones estáticas.

## **6. CONCLUSIONES.**

A partir de lo expuesto con anterioridad, podemos concluir que:

- 1) El trabajo propioceptivo mejora la estabilidad dinámica, como se puede ver con el SEBT, ya que se aumenta la distancia conseguida en todas las direcciones, y además se reduce la diferencia entre ambas piernas, reduciéndose así el riesgo de lesión de tobillo. Estas diferencias son mayores en el grupo P que en el C, por lo que podemos determinar que 6 sesiones semanales tienen mayores mejoras que solo 3 semanales.
- 2) En relación con la agilidad, podemos afirmar que con el trabajo de propiocepción, los valores mejoran, pero lo hacen en mayor medida en el grupo P al igual que ocurre con la estabilidad dinámica, por lo que 6 sesiones semanales tienen un mayor efecto que 3 sesiones semanales.
- 3) Después, en el test de apoyo monopodal, se demuestra que el trabajo preventivo de propiocepción mejora la estabilidad estática, llegando a los valores máximos en ambos grupos, por lo que el trabajo adicional de prevención, no provoca mayores mejoras en test monopodales menores de 30 segundos.
- 4) Para finalizar, se puede observar como un factor del rendimiento del baloncesto como es el salto vertical, mejora con el trabajo propioceptivo. Sin embargo, estas mejoras son mayores con el trabajo propioceptivo genérico, y menores con el trabajo extra, tal vez porque influyen otros factores que no se han tenido en cuenta en este estudio.

De esta forma, se evidencia que el trabajo propioceptivo de 10 minutos, entre 3 y 6 veces por semana, realizando ejercicios de coordinación, pliometría y neuromusculares, se obtienen mejoras en distintos factores vinculados con el rendimiento en el baloncesto, además de reducir las posibilidades de que se produzca un esguince de tobillo. Ello hace que los entrenadores de baloncesto incluyan este tipo de trabajo preventivo en sus entrenamientos, ya que se hace patente los múltiples beneficios que otorga a dicha práctica.

Aun así, futuras investigaciones son necesarias, ya que la literatura científica, no ha establecido que aspectos producen mayores mejoras en la propiocepción, y también si realizando los ejercicios con móviles tales como el balón de baloncesto, tienen algún tipo de efecto en dicho trabajo.

## **7. BIBLIOGRAFÍA.**

1. Chana Valero, P. (2010). Eficacia del ejercicio propioceptivo combinado con vendaje neuromuscular en la inestabilidad funcional de tobillo (Trabajo Fin de Máster). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
2. Postle, K., Pak, D. y Smith, T.O. (2012). Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: a systematic literature and meta-analysis. *Manual Therapy*. 17(3), 285-291.
3. De Pedro Moro, J.A. y Pérez Caballer, A.J. (Ed.). (2004). *Patología del aparato locomotor en ciencias de la salud*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
4. Romero Franco, N. (2013). Estabilidad y propiocepción en el atletismo (tesis doctoral). Universidad de Jaén, Jaén, España.
5. Castellano del Castillo, M., Sebastián Vigata, E., Hijós Bitrián, E., Legido Chamarro, E., Mambrona Girón, L., Vigo Morancho, M. (2009). Rehabilitación propioceptiva de la inestabilidad de tobillo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26(132), 297-305.
6. Evans, T., Hertel, J. y Sebastianelli, W. (2004). Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot & Ankle International*. 25(11), 833-839.
7. Konradsen, L. (2002) Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: Kinesthesia and Joint Position Sense. *Journal of Athletic Training*. 37 (4), 381-385.
8. Paterno, M.V., Schmitt, L.C., Ford, K.R., Rauh, M.J., Myer, G.D., Huang, B. y Hewett, T.E. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *The American Journal of Sports Medicine*. 38(10), 1968-1978.
9. McGuine, T.A., Greene, J.J., Best, T. y Levenson, G. (2010). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 10(4), 239-244.
10. Plisky, P.J., Rauh, M.J., Kaminski, T.W. y Underwood, F.B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedics & Sports Physical Therapy*. 36(12), 911-919.
11. Wang, H.K., Chen, C.H., Shiang, T.Y., Jan, M.H. y Lin, K.H. (2006). Risk-factor analysis of high school basketball-player ankle injuries: a prospective controlled cohort

study evaluating postural sway, ankle strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 87(6), 821-825.

12. Brito, J., Fontes, I. Ribeiro, F., Raposo, A., Krusturp, P. y Rebelo, A. (2012). Postural stability decreases in elite young soccer players after a competitive soccer match. *Physical Therapy in Sport*. 13(3), 175-179.

13. Corbeil, P., Blouin, J.S., Begin, F., Nougier, V. y Teasdale, N. (2003) Perturbation of the postural control sistema induced by muscular fatigue. *Gait & Posture*. 18(2), 92-100.

14. Ribeiro, F., Moreira, S., Neto, J. y Oliveira, J. (2013). Is the deleterious effect of cryotherapy on proprioception mitigated by exercise? *International Journal of Sports Medicine*. 34(5), 444-448.

15. Ribeiro, F. y Oliveira, J. (2010). Effect of physical exercise and age on knee joint position sense. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 51(1), 64-67.

16. Behm, D.G., Anderson, K. y Curnew, R.S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 16(3), 416-422.

17. Springer, B.K. y Pincivero, D.M. (2009). The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and Women. *Gait & Posture*. 30(1), 50-54.

18. Yaggie, J.A. y Campbell, B.M. (2006) Effects of balance training on selected skills. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 20(2), 422-428.

19. Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*. 41(3), 221-232.

20. Šimek, S., Milanovic, D. y Jukic, I. (2008). The effects of proprioceptive training on jumping and agility performance. *Kineziologija*. 39(2), 131-141.

21. Boccolini, G., Brazziti, A., Bonfati, L. y Alberti, G. (2013). Using balance training to improve the performance of youth basketball players. *Sport Sciences for Health*. 9(2), 37-42.

22. Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J. y Jaric, S. (2001). Effects of pliometric training on jumping performance in junior basketball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 41(2), 159-164.

23. Myer, G.D., Ford, K.R., Brent, J.L. y Hewett, T.E. (2006). The effects of plyometric vs. Dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 20(2), 345-353.
24. Taube, W., Gruber, M. y Gollhofer, A. (2008). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta Physiologica*. 193(2), 101-116.
25. Taube, W., Kullmann, N., Leukel, C., Kurz, O., Amtage, F. y Gollhofer, A. (2007). Differential reflex adaptations following sensorimotor and strength training in young elite athletes. *International Journal of Sports Medicine*. 28(12), 999-1005.
26. Tarantino, F. (2009) Propiocepción: Introducción Teórica. Recuperado de <http://serhuman.com/1/1/PROPIOCEPTORES.pdf> [12 de junio de 2015].
27. Schifftan, G.S., Ross, L.A. y Hahne, A.J. (2014). The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 18(3), 238-244.
28. Mckeeon, P.O. y Hertel, J. (2008). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing. *Journal of Athletic Training*. 43(3), 293-304.
29. Mckeeon, P.O. y Hertel, J. (2008). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? *Journal of Athletics Training*. 43(3), 305-315.
30. Martin, R.M., Davenport, T.E., Paulseth, S., Wukich, D.K. y Godges, J.J. (2013). Ankle stability and movements coordination impairments: ankle ligament sprains. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*. 43(9), A1-A40.
31. Witchalls, J., Blanch, P., Waddington, G. y Adams, R. (2012). Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 46(7), 515-523.
32. Holme, E., Magnusson, S.P., Becher, K., Bieler, T., Aagaard, P. y Kjaer, M. (1999). The effect of rehabilitation on strength, postural sway sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports*. 9(2), 104-109.

33. Wester, J.U., Jespersen, S.M., Nielsen, K.D. y Neumann L. (1996). Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*. 23(5), 332-336.
34. Janssen, K.W., van Mechelen, W. y Verhagen, E.A. (2014). Bracing superior to neuromuscular training for the prevention of self-reported recurrent ankle sprains: a three-arm randomized controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*. 0, 1-6.
35. Tironi, J.C. (2009). Evaluación propioceptiva funcional de los miembros inferiores en deportistas (Trabajo Fin de Grado). Universidad Abierta de Interamericana, Rosario, República Argentina.
36. Gribble, P.A., Hertel, J. y Plisky, P. (2012). Using the star excursión balance test to assess dynamic postural-control déficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal Athletic Training*. 47(3), 339-357.
37. Hertel, J., Miller, S. y Denegar, C. (2000). Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*. 9(2), 104-116.
38. Kinzey, S.J. y Armstrong, C.W. (1998). The reliability of the Star Excursion Test in assessing dynamic balance. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*. 27(5). 356-360.
39. Kean, C.O., Behm, D.G. y Young, W.B. (2006). Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *Journal of Sports Science and Medicine*. 5, 138-148.
40. Foran, B. y Pound, R. (2009). *Preparación física completa para el baloncesto*. Madrid, España: Ediciones Tutor, S.A.
41. González, G.; Oyarzo, C.; Fischer, M.; De la Fuente, M.J.; Diaz, V. y Berral, F.J. (2011). Entrenamiento específico del balance postural en jugadores juveniles de fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 10 (41) pp. 95-114.

## 8. ANEXOS.

### ANEXO 1



#### AUTORIZACIÓN PARA PARTICIPAR EN EL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES DE TOBILLO

Don/Doña \_\_\_\_\_, con DNI \_\_\_\_\_, como padre/madre o tutor legales del alumno/a \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ (en adelante, "el jugador"), mediante la firma de la presente.

#### MANIFESTAMOS

1. Nuestro expreso consentimiento para la participación del jugador en el trabajo fin de grado acerca de la prevención de lesiones de tobillo en jugadores de baloncesto pre-adolescentes.
2. Que autorizamos la participación del jugador en el estudio que se lleva a cabo por la Universidad de León durante el periodo de 3 meses, en el que se realizará un programa ejercicios a la mitad del equipo (10 minutos después del entrenamiento) de tal forma que se reduzca el riesgo de sufrir un esguince en dicha articulación.
3. Mediante la presente manifestamos conocer y aceptar que tanto la Universidad de León como los estudiantes que realizarán el estudio, declinan cualquier tipo de responsabilidad en caso que el menor decida por cualquier causa no acudir al referido programa, como así lo tenían previsto sus padres/tutores.
4. Que somos conscientes de que durante el programa se harán fotografías y/o vídeos en las que aparecerá la imagen del deportista y que éstos podrán ser utilizados únicamente en el estudio de la Universidad de León.
5. Que somos conscientes de que durante el programa, el deportista podrá, a título meramente enunciativo, dar testimonios o escribir textos y que estos contenidos podrán ser usados en la publicación del estudio.
6. Que somos conscientes de la necesidad de que el alumno sea responsable y de que deberá cumplir las normas establecidas por los estudiantes que realizaran el estudio. Asimismo, autorizamos a que el alumno reciba tratamiento médico en caso de necesidad y/o emergencia.

FIRMADO, en \_\_\_\_\_ el \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Padre y Madre / Tutores Legales

El jugador

NOTA IMPORTANTE: No se permitirá participar en el programa a los alumnos que no traigan la autorización debidamente cumplimentada.

## ANEXO 2 (Ficha)

Nombre			Equipo				Otras AF		
Autorización			Zapatillas				Horas/sem		
Fecha Nacimiento			Protección				Superficie		
			1ª		2ª		Historial médico		
Eq. Estático (nº)	Ojos abiertos	D							
		I							
	Ojos cerrados	D							
		I							
Salto vertical (cm)									
Test agilidad (s)									
Eq. Dinámico (cm)	A								
	AL								
	L								
	PL								
	P								
	PM								
	M								
AM									
			Drcha	Izq	Drcha	Izq			
							ASISTENCIA		
							FEBRERO	MARZO	ABRIL

## ANEXO 3. TESTS

A continuación, se explica brevemente la realización de los tests en cuestión.

*Test de la estrella* (Ilustración 2): dicha prueba consiste en trazar sobre el suelo un asterisco con ocho líneas rectas (Ilustración 3) con una longitud de 180 cm de largo, y 1,9 cm de ancho, que se cruzan una con las contiguas formando ángulos de 45° entre sí. El objetivo del test es alcanzar, con el pie que se encuentra sin apoyo, la mayor distancia en cada una de las líneas, manteniendo la postura durante un segundo para realizar la medición y luego volver al centro y quedarse durante diez a quince segundos antes de realizar el siguiente movimiento. Para iniciar la prueba se ubica la extremidad a evaluar en el centro de la figura, movilizándolo el contralateral en sentido anterior para continuar hacia el sentido medial. Al realizar la prueba en el sentido lateral y posterolateral la pierna en movimiento debe pasar por detrás a la que se encuentra en apoyo.



Ilustración 2. Sujeto realizando el SEBT.

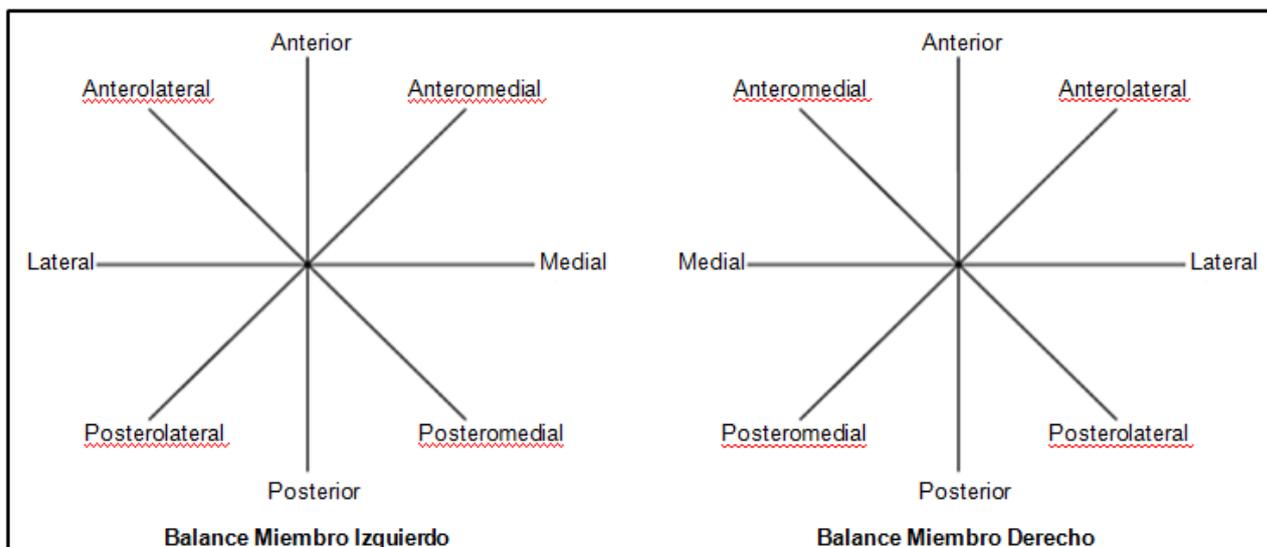


Ilustración 3. Direcciones del SEBT.

*Test de agilidad* (Ilustración 4): consiste en cuatro conos dispuestos en los vértices de la zona. El jugador comienza en el vértice superior derecho para iniciar la carrera lateral recorriendo la línea de personal, bajará hasta la línea de fondo de espaldas, y comenzará el desplazamiento lateral por la línea de fondo, y sprintará hasta alcanzar el punto de partida. Después, comenzará a realizar de nuevo el circuito en sentido contrario, para que el cronómetro se detenga.



Ilustración 4. Recorrido del circuito de agilidad.

*Test de salto vertical*: se realizan dos saltos a pies juntos, los cuales son grabados por una cámara de alta velocidad, y se contabiliza el tiempo de vuelo, para averiguar la altura de salto.

*Test de apoyo monopodal:* se cronometran 30 segundos, durante los que los sujetos, se colocan en apoyo monopodal, y se contabilizan el número de apoyos que realiza los jugadores durante dicho tiempo.