



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Influencia de la fatiga neuromuscular en la eficacia del trabajo propioceptivo

Influence of the neuromuscular fatigue on the efficacy of proprioceptive work

Influencia da fatiga neuromuscular na eficacia do traballo propioceptivo



Facultad de Fisioterapia

Alumna: D. Jaime Cabo Tabernero

DNI: 45954356 B

Tutor: Dña. Andrea Seijo Ares

Convocatoria: Junio 2018

ÍNDICE

1	Resumen/Abstract/Resumo.....	4
1.1	Resumen.....	4
1.2	Abstract.....	5
1.3	Resumo.....	6
2	Introducción.....	7
2.1	Tipo de trabajo	7
2.2	Motivación personal	7
3	Contextualización	8
3.1	Antecedentes	8
3.1.1	Recuerdo anatómico	8
3.1.2	Sistema somatosensorial	10
3.2	Justificación del trabajo	15
4	Objetivos	16
4.1	Hipótesis: nula o alternativa	16
4.1.1	Hipótesis nula	16
4.1.2	Hipótesis alternativa	16
4.2	Pregunta de investigación	16
4.3	Objetivos	17
4.3.1	General	17
4.3.2	Específicos.....	17
5	Metodología	17
5.1	Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	17
5.2	Ámbito de estudio	22
5.3	Período de estudio	22
5.4	Tipo de estudio.....	22
5.5	Criterios de selección	23
5.6	Justificación del tamaño muestral.....	23
5.7	Selección de la muestra	24

5.8	Descripción de las variables de estudio.....	24
5.9	Mediciones e intervención	25
5.9.1	Test y mediciones	25
5.9.2	Programa propioceptivo	29
5.10	Limitaciones del estudio (sesgos).....	32
6	Cronograma y plan de trabajo	33
7	Aspectos ético-legales	35
7.1	Confidencialidad.....	36
7.2	Consentimiento informado.....	37
8	Aplicabilidad del estudio.....	37
8.1	Valor social	38
9	Plan de difusión de los resultados	38
10	Memoria económica	39
11	Bibliografía.....	41
12	Anexos	46
12.1	Anexo I: Resultados de búsqueda.....	46
12.2	Anexo II: Cuestionario de datos personales	53
12.3	Anexo III: Ejercicios del programa	54
12.4	Anexo IV: Autorización CEIC.....	71
12.5	Anexo V: Hoja de información al participante	72
12.6	Anexo VI: Consentimiento informado	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Metodología de búsqueda	18
Tabla II. Resultados de la búsqueda	46
Tabla III. Ejercicios del programa	54
Tabla IV. Plan de trabajo	34
Tabla V. Recursos y personal necesarios	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Star excursion balance test.....	27
Imagen 2. Figure 8 hop test.....	27
Imagen 3. Side hop test.....	28
Imagen 4: Escala visual analógica	29

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

CEIC	Comité Ético de Investigación Clínica
EVA	Escala Visual Analógica
Liga EBA	Liga Española de Baloncesto Aficionado
SEBT	Star Excursion Balance Test
SNC	Sistema Nervioso Central

1 RESUMEN/ABSTRACT/RESUMO

1.1 RESUMEN

Introducción:

Los esguinces de tobillo son una de las lesiones que ocurren con mayor frecuencia actualmente. Concretamente, en el ámbito deportivo cobran particular interés por su elevada incidencia y repercusión. Una manera de prevenir las lesiones deportivas es trabajar la propiocepción. Por ello, en este proyecto se investiga la influencia que tiene la fatiga neuromuscular sobre la eficacia del trabajo propioceptivo a la hora de prevenir lesiones en deportistas, específicamente en jugadores de baloncesto.

Objetivo:

El objetivo principal de esta propuesta de estudio es determinar la eficacia de un programa preventivo de propiocepción bajo una situación de fatiga neuromuscular en comparación con la realización del mismo programa sin fatiga neuromuscular.

Método:

Se propone un ensayo clínico aleatorizado longitudinal prospectivo con jugadores de la Liga EBA de baloncesto. Los sujetos serán distribuidos en 3 grupos: un grupo control y dos grupos de intervención. Los grupos de intervención llevarán a cabo un programa de ejercicios propioceptivos durante 12 semanas. Uno de los grupos lo realizará antes de empezar el entrenamiento (sin fatiga) y el otro grupo lo realizará al acabar el entrenamiento (con fatiga).

Mediciones:

Los sujetos deberán realizar una serie de pruebas con el objetivo de valorar el equilibrio global y la estabilidad de tobillo. Durante la temporada deportiva se registrarán las lesiones ocurridas.

Palabras clave:

Tobillo, propiocepción, prevención, fatiga.

1.2 ABSTRACT

Introduction:

Ankle sprains are one of the most common injuries nowadays. Specifically, in the sports theme these injuries have an important interest due to of high incidence and impact. One way to prevent sports injuries is to work on proprioception. So, this investigation project is about the influence of neuromuscular fatigue on the efficacy of proprioceptive work in preventing injuries in athletes, specifically in basketball players.

Objective:

The main objective of this study is to determinate the efficacy of a preventive proprioception program in a neuromuscular fatigue's situation compared with the performance of the same program without neuromuscular fatigue.

Methods:

A prospective longitudinal randomized clinical trial is proposed with EBA League players. The participants will be divided into 3 groups: a control group and two intervention groups. The intervention groups will carry out a program of proprioceptive exercises for 12 weeks. One of the groups will do the program before practising (without fatigue) and the other one will do it when they finish the training (with fatigue).

Measures:

The participants must perform some tests in order to assess the global balance and the ankle's stability. During the sporty season injuries will be recorded.

Key words:

Ankle, proprioception, prevention, fatigue.

1.3 RESUMO

Introdución:

As escordaduras de nocello son unha das lesións que ocorren con maior frecuencia actualmente. Concretamente, no ámbito deportivo cobran particular interese pola súa elevada incidencia e repercusión. Unha maneira de previr as lesións deportivas é traballar a propiocepción. Por iso, neste proxecto investigase a influencia que ten a fatiga neuromuscular sobre a eficacia do traballo propioceptivo á hora de previr lesións en deportistas, especificamente en xogadores de baloncesto.

Obxectivo:

O obxectivo principal desta proposta de estudo é determinar a eficacia dun programa preventivo de propiocepción baixo unha situación de fatiga neuromuscular en comparación coa realización do mesmo programa sen fatiga neuromuscular.

Material e método:

Proponse un ensaio clínico aleatorizado lonxitudinal prospectivo con xogadores da Liga EBA de baloncesto. Os suxeitos distribuiranse en 3 grupos: un grupo control e dous grupos de intervención. Os grupos de intervención levarán a cabo un programa de exercicios propioceptivos durante 12 semanas. Un dos grupos realizará os exercicios antes de comezar o adestramento (sen fatiga) e o outro grupo realizaralos ao rematar o adestramento (con fatiga).

Medicións:

Os suxeitos deberán realizar unha serie de probas co obxectivo de valorar o equilibrio global e a estabilidade do nocello. Durante a temporada deportiva rexistraranse as lesións ocorridas.

Palabras clave:

Nocello, propiocepción, prevención, fatiga.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 TIPO DE TRABAJO

Se trata de un proyecto de investigación en el que se plantea realizar un ensayo clínico aleatorizado longitudinal prospectivo.

2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

Mi experiencia personal con el baloncesto me ha permitido conocer de cerca múltiples aspectos relacionados con este deporte. Tras 10 años entrenando y compitiendo en el mismo, he podido observar el alcance y las repercusiones de las lesiones que afectan a quienes lo practican. Esa es la principal razón por la que he elegido este campo para centrar la investigación de este trabajo.

Actualmente, como estudiante de fisioterapia, soy consciente de la relevancia de la prevención y de la manera en que esta afecta a la práctica deportiva. La posibilidad de disminuir la problemática de las lesiones, tanto en el ámbito deportivo como en el de la salud de las personas, supondría un gran avance para el mundo del deporte. Por ello, me ha parecido de interés estudiar la prevención de lesiones en un deporte concreto. El hecho de poder combinar mis estudios universitarios con mi afición por el baloncesto ha sido una motivación añadida a la hora de escoger el tema de este trabajo.

Las lesiones suponen una modificación constante en el ritmo de los entrenamientos y de la competición, por lo que su control reviste una gran importancia. Las características concretas del baloncesto influyen en el padecimiento de lesiones por parte de sus jugadores, por ello resulta interesante estudiar en qué medida podemos evitarlas a través de la fisioterapia.

Por todo lo anterior, me he decidido a realizar el presente trabajo de investigación.

3 CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 Recuerdo anatómico

El complejo articular del tobillo está formado por tres estructuras óseas: la tibia, el peroné y el astrágalo. La tibia y el peroné se unen formando la articulación tibioperonea inferior. Las superficies articulares son: una carilla cóncava por parte de la tibia y una carilla convexa por parte del peroné. Estas superficies articulares se mantienen unidas por una serie de ligamentos: anterior, posterior e interóseo. Se trata de una articulación con poca movilidad: excursiones transversales del peroné, que se separa y aproxima a la tibia. Estas excursiones ocurren simultáneamente a los movimientos de flexión plantar y dorsal del pie abriendo o cerrando el espacio para el astrágalo¹.

La articulación del tobillo se encuentra formada por los extremos distales de la tibia y el peroné, y el astrágalo. Esta articulación recibe el nombre de tibio-peronea-astragalina o tibiotarsiana.

La articulación tibiotarsiana es de tipo troclear y une el pie con la pierna. Las superficies articulares son²:

- La parte superior del astrágalo que tiene forma de cilindro (tróclea astragalina), que se articula con la superficie inferior del extremo distal de la tibia.
- Las carillas articulares del maléolo tibial y del maléolo peroneal, que se articulan con las carillas laterales del astrágalo.

Cabe destacar una serie de características^{1,2,3}:

- El maléolo tibial está más adelantado que el maléolo peroneal, debido a la torsión tibial.
- El astrágalo está encajado entre los dos maléolos: la polea astragalina es más ancha en su parte anterior. Esto condiciona que en los movimientos de flexión dorsal y de flexión plantar necesite un espacio diferente entre los maléolos.
- El eje bimalleolar no es paralelo al suelo: provoca una ligera oblicuidad en los movimientos de flexo-extensión.
- La articulación tibio-peronea-astragalina contacta con la articulación subastragalina a nivel inferior, y se unen funcionalmente, ampliando los movimientos que se generan a nivel de la articulación tibiotarsiana. También está estrechamente relacionada con la articulación de Chopart (astrágalo-escafoidea y calcáneo-cuboidea).

Los movimientos principales del complejo tobillo-pie son: flexión dorsal (20-30°), flexión plantar (30-50°), supinación, pronación, aducción y abducción. Los movimientos de pronación-supinación y abducción-aducción no existen en estado puro en las articulaciones del complejo tobillo-pie; un movimiento en uno de los planos se acompaña obligatoriamente por un movimiento en los otros dos planos^{2,3}. De la combinación de estos movimientos surgen:

- Inversión: aducción + supinación + flexión plantar.
- Eversión: abducción + pronación + flexión dorsal.

Según Fort Vanmeerhaeghe et al.⁴ *“la estabilidad articular es la función sinérgica en la que los huesos, articulaciones, cápsulas, ligamentos, músculos, tendones, receptores sensoriales y vías neurales espinales y corticales actúan en armonía para garantizar la homeostasis articular”*. La articulación se mantiene en equilibrio y adecuada función dentro de sus rangos fisiológicos gracias a los componentes pasivos (ligamentos y cápsula) y dinámicos (músculos y tendones).

La estabilidad pasiva se consigue por la puesta en tensión de las estructuras pasivas. En cambio, la estabilidad activa se logra gracias a las contracciones musculares reflejas o voluntarias⁴.

La articulación del tobillo es estabilizada por:

- Estructuras pasivas:

Cápsula articular¹

La cápsula fibrosa tiene forma de circunferencia insertándose a nivel superior en la tibia y en el peroné, y a nivel inferior en el astrágalo.

Ligamento lateral interno o ligamento deltoideo^{1,2}

Se trata de un ligamento fuerte y de forma triangular. El vértice se inserta por encima del maléolo tibial y la base en una línea que se extiende desde la tuberosidad del escafoides hasta el tubérculo medial del astrágalo.

Se divide en cuatro porciones distintas en función de la inserción inferior:

- Porción tibioescafoidea: se inserta por delante del tubérculo del escafoides.
- Porción tibioalcánea: se inserta en el sustentáculo de Tali.
- Porción tibioastragalina posterior: se inserta en la cara medial y en el tubérculo medial del astrágalo.

- Porción tibioastragalina anterior: es la porción más profunda y se encuentra cubierta por la capa superficial. Se inserta en la superficie medial del astrágalo.

Ligamento lateral externo^{1,2}

Está compuesto por tres ligamentos separados.

- Ligamento astrágalo-peroneo anterior: se trata de un ligamento corto que se inserta en el borde lateral del maléolo peroneal hasta la región adyacente del astrágalo.
- Ligamento astrágalo-peroneo posterior: presenta una dirección horizontal en sentido posterior y medial. Se inserta en la cara medial del maléolo lateral hasta la apófisis posterior del astrágalo.
- Ligamento calcáneo-peroneo: se inserta en la parte anterior del vértice del maléolo peroneal hasta la cara externa del calcáneo.

En la estabilidad dinámica de la articulación participan tres niveles de los que se hablará más adelante: proceso neurosensorial, proceso de integración y procesamiento central, y respuesta neuromuscular⁴.

3.1.2 Sistema somatosensorial

Para el control postural y el control del equilibrio, el sistema nervioso central (SNC) obtiene e integra la información sensorial necesaria de tres sistemas: sistema somatosensorial, sistema vestibular y sistema visual. Con esta información, el sistema nervioso central es capaz de producir órdenes motoras para coordinar los patrones de activación de la musculatura⁴.

Es importante destacar los procesos que participan en la estabilidad articular dinámica: proceso neurosensorial, integración y procesamiento central, y respuesta neuromuscular^{4,5}.

3.1.2.1 PROCESO NEUROSENSORIAL

El sistema somatosensorial se encarga de procesar la información sobre la posición, el tacto, el dolor y la temperatura. Existen diferentes receptores que participan en la transducción de esas sensaciones: mecanorreceptores, nociceptores y termorreceptores⁶.

Fort Vanmeerhaeghe et al.⁴ definen la propiocepción como “*el tipo de sensibilidad del sistema somatosensorial que participa en mantener la estabilidad dinámica de la articulación, lo que se consigue mediante la detección de las variaciones de presión, tensión y longitud de los diferentes tejidos articulares y musculares*”. Por lo tanto, la propiocepción es una de las

sensaciones que se procesan por el sistema somatosensorial (como el dolor, la temperatura o el tacto)⁶.

La propiocepción puede definirse como el sentido que informa al organismo de la posición de las partes corporales. Se encarga de⁷:

- Regular la dirección y el rango articular del movimiento.
- Permite reacciones y respuestas reflejas automáticas.
- Participa en el desarrollo del esquema corporal en relación con el espacio.
- Da soporte para la realización de las acciones motoras.
- Participa en el equilibrio y en la coordinación.

Los receptores que actúan sobre la propiocepción del aparato locomotor son conocidos como mecanorreceptores. Dentro de estos podemos distinguir entre: receptores articulares, receptores cutáneos y receptores músculo-tendinosos. También reciben el nombre de propioceptores^{4,6-8}.

El sistema propioceptivo capta la información desde los mecanorreceptores situados a nivel articular, muscular, tendinoso y cutáneo. Estos receptores, traducen la deformación mecánica de los distintos tejidos en los que se localizan en una señal neural de frecuencia modulada que es transmitida a centros superiores⁹.

Los mecanorreceptores periféricos son considerados como uno de los más importantes desde el punto de vista del entrenamiento, la prevención y la readaptación a la competición deportiva; a pesar de la relevancia de las aferencias vestibulares y visuales⁴.

Dentro de los receptores articulares (cápsula y ligamentos) nos encontramos con terminaciones de Ruffini, corpúsculos de Pacini, receptores de Golgi y terminaciones nerviosas libres^{4,6,10}.

- Terminaciones de Ruffini: de adaptación lenta y sensibles a la posición articular, a la presión intraarticular, a la amplitud y velocidad de movimiento, y al estiramiento.
- Corpúsculos de Pacini: de adaptación rápida y sensibles a la aceleración y deceleración, a la vibración y golpeteos.
- Receptores de Golgi: de adaptación lenta y sensibles a la tensión de los ligamentos.
- Terminaciones nerviosas libres: de adaptación lenta y sensibles al dolor mecánico o químico.

En cuanto a los receptores cutáneos, no hay evidencia de que tengan una contribución significativa sobre la estabilidad articular, pero parece que son estimulados por el estiramiento de la piel causado por el movimiento de las articulaciones y proporcionan información sobre el estado tónico muscular (su aportación a la información propioceptiva general es menor que la de los otros receptores)^{4,9}.

Existen dos tipos de receptores musculo-tendinosos que tienen como principal finalidad el control muscular de forma inconsciente. Envían información a la médula espinal, al cerebelo y a la corteza cerebral, ayudando al SNC en su función de control del sistema neuromuscular. Estos receptores permiten una retroalimentación constante de información sobre el estado muscular en cada instante.

Huso neuromuscular^{4,6,7,10}:

Estos receptores se estimulan ante estiramientos lo suficientemente fuertes del músculo. Transmiten al SNC la información de la longitud del músculo, el grado de estimulación mecánica y la velocidad de estiramiento.

Su manifestación más simple es el reflejo miotático. Ante un estiramiento repentino del músculo, se estimula el huso muscular y se provoca una contracción refleja instantánea. Tienen un efecto inmediato.

Órgano tendinoso de Golgi^{6,10}:

Es un receptor sensorial propioceptivo que se dispone en serie a las fibras musculares extrafusales a nivel de su inserción en fascia y tendones. Su principal función es medir la tensión desarrollada por el músculo.

Estos receptores se estimulan por una tensión muscular excesiva y provocan una inhibición refleja de los músculos con los que está conectado. Este proceso recibe el nombre de reflejo miotático inverso. Los órganos de Golgi precisan de un período de estimulación de 6-8 segundos antes de provocar la relajación muscular.

3.1.2.2 INTEGRACIÓN Y PROCESAMIENTO CENTRAL^{4,6}

El control del movimiento y de la postura depende del flujo constante de información sensorial. Los estímulos sensoriales captados por los propioceptores son integrados en diferentes niveles del SNC para generar las respuestas motoras oportunas.

La información se transmite a tres niveles de control motor: la médula espinal, el tronco cerebral y la corteza cerebral.

- En el nivel de control motor de la médula espinal se da una respuesta rápida y estereotipada.
- En el nivel de control motor del tronco encefálico se dan respuestas intermedias y automáticas. Regulan y modulan de forma directa las actividades motoras basadas en la integración de la información sensorial.
- En el nivel de la corteza cerebral permite crear estrategias motoras complejas consiguiéndose el movimiento voluntario.

Todo este proceso posibilita el mantenimiento de la postura y la colocación idónea del cuerpo o de sus segmentos para conseguir el control neuromuscular deseado. Por lo tanto, el control postural depende de la capacidad del individuo de controlar el sistema neuromuscular.

3.1.2.3 RESPUESTA NEUROMUSCULAR

Como ya se ha dicho, las aferencias articulares implican al SNC en tres niveles: médula espinal, tronco cerebral y corteza cerebral. Así, se consigue un control reflejo ante situaciones de tensión articular mayor de lo normal, información para un buen mantenimiento de la postura y control del cuerpo, y una participación consciente de la posición y movimientos corporales⁷.

Para que pueda darse un correcto control de la postura y del equilibrio, tras el proceso neurosensorial y la integración de la información, debe ocurrir una respuesta neuromuscular.

Fort Vanmeerhaeghe et al.⁴ definen el control neuromuscular como “*la activación muscular precisa que posibilita el desarrollo coordinado y eficaz de una acción*”. Existen diferentes estrategias de control neuromuscular:

Coordinación intramuscular: interacción de las unidades motoras de un mismo músculo (reclutamiento espacial, reclutamiento temporal, sincronización).

Coordinación intermuscular: existen dos principios neuromusculares sobre la intervención muscular en el movimiento.

- **Coactivación de agonistas y antagonistas**: ocurre cuando la musculatura agonista realiza una actividad de alta intensidad de forma simultánea a una actividad baja de la musculatura antagonista de una misma articulación (los niveles de activación pueden variar de proporción según la tarea que se realice). Se utiliza más en acciones nuevas, en acciones balísticas y cuando aumenta la velocidad de ejecución. Su objetivo es dar estabilidad a la articulación. El mantenimiento de una posición de coactivación se convierte en un patrón de estabilización articular que provoca una reducción de la carga sobre estructuras ligamentosas y articulares. En cambio, si hay una coactivación

no deseada puede darse una disminución de la velocidad de ejecución, un mayor gasto energético y una disminución del rendimiento^{4,8}.

- Actividad recíproca de agonistas y antagonistas: se basa en la inhibición recíproca. Consiste en la inhibición de un músculo para facilitar la contracción de su antagonista. Ocurre sobre todo en movimientos poliarticulares y cuando se consolida el aprendizaje de una acción^{4,8}.

Las estrategias neuromusculares pueden modificarse con el entrenamiento⁴. Cuando se aprenden nuevos movimientos, primero se realiza con una elevada coactivación, y a medida que se realiza un aprendizaje se progresa hacia la actividad recíproca.

El control dinámico de la articulación está influido por dos mecanismos de control motor. Los mecanismos de control motor que se usan en la estabilidad articular son^{4,7,8}:

- Feedback (retroalimentación): respuesta refleja a un estímulo sensorial. Es relevante destacar el retraso electromecánico, que es inherente a este mecanismo reflejo, que puede limitar o ralentizar la acción de protección articular que proporciona la musculatura implicada. Es importante para el mantenimiento de la postura y los movimientos lentos.
- Feedforward (preactivación): acciones de anticipación que ocurren antes de la estimulación sensorial. Esta preparación o anticipación puede aprenderse y ajustarse a las distintas acciones que se presenten mediante el acúmulo de experiencias motrices.

Gracias al acúmulo de experiencias, se sustituyen los modelos de coactivación inapropiados por patrones musculares mejor coordinados, consiguiendo una buena estabilidad dinámica articular y un movimiento eficiente^{4,8}.

A modo de resumen puede decirse que la postura y el movimiento dependen de una combinación de reflejos involuntarios coordinados por la médula espinal y de acciones voluntarias controladas por centros encefálicos coordinados.

A través de los propioceptores, se activan los reflejos básicos que permiten ajustes a nivel músculo-tendinoso y de los componentes de estabilidad propios de la articulación. Los propioceptores forman parte de un mecanismo de control de la ejecución del movimiento. Se trata de un proceso subconsciente, muy rápido y que se realiza de forma refleja. También se transmite constantemente información sobre la posición del cuerpo; el equilibrio; la longitud y tensión muscular; la rapidez, la aceleración y el ángulo de movimiento del cuerpo. Esta

información es procesada por el SNC para realizar los ajustes que sean necesarios en cada momento y generar los movimientos adecuados. Esto permite evitar lesiones durante la práctica deportiva⁷.

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Los esguinces de tobillo son una de las lesiones que ocurren con mayor frecuencia. En el ámbito del deporte entre un 20% y un 25% de todas las lesiones que ocurren son esguinces de tobillo. El 45% de todos ellos corresponderían al baloncesto, siendo el deporte que lidera el número de esguinces de tobillo^{11,12}.

El esguince de tobillo se trata de una lesión producida por una distensión de los ligamentos y de la cápsula articular que forman parte de la articulación del tobillo. Ocurre por un movimiento forzado que va más allá de los límites fisiológicos de la articulación¹¹.

En función del mecanismo lesional se verán afectados unos determinados ligamentos. Puede distinguirse entre^{11,13}:

- Esguince del ligamento lateral externo: ocurre por traumatismo del tobillo en posición de inversión. El ligamento que se ve afectado con mayor frecuencia es el ligamento peroneo-astragalino anterior, aunque también pueden verse dañados el ligamento calcáneo-peroneo y el ligamento peroneo-astragalino posterior.
- Esguince del ligamento lateral interno: ocurre por traumatismo en eversión o pronación. Suele acontecer cuando el pie se encuentra apoyado en el suelo y una fuerza de eversión lleva el tobillo a un valgo forzado o una fuerza en rotación medial provoca una pronación forzada del retropié.

El baloncesto es un deporte que se caracteriza por el gran número de saltos y recepciones, cambios de ritmo, desplazamientos laterales, cambios de dirección... con una gran exigencia para el tobillo. Concretamente en el baloncesto, se trata de la lesión más frecuente con una incidencia de entre un 13,2% y un 25%¹⁴. El 85% de todos ellos afectan al complejo ligamentoso externo¹¹.

Tras hacer una revisión de la literatura, Osorio Ciro et al.¹⁵ determinaron que los deportes con mayor incidencia de lesiones de tobillo son el baloncesto y el patinaje artístico con un 21,7%.

Debido a la elevada práctica del baloncesto, ya que en España es el segundo deporte más practicado con 400.000 licenciados^{16,17}, y a la alta incidencia de este tipo de lesiones, nos encontramos ante un problema considerable.

Es importante destacar la gran influencia que tiene haber sufrido una lesión previa como factor de riesgo de esguince de tobillo¹⁸. Por ello, con este trabajo se investiga sobre la manera de poder prevenir estas lesiones.

El tema de este trabajo se centra en investigar la influencia que tiene la fatiga neuromuscular a la hora de realizar prevención de lesiones de tobillo con trabajo de propiocepción. Para ello, se ha intentado hacer una revisión de la literatura sobre esta cuestión, pero no se ha encontrado bibliografía suficiente que permita un adecuado conocimiento sobre este aspecto. Debido a esto se plantea una propuesta de estudio para facilitar nuevas maneras de investigar sobre esta cuestión.

4 OBJETIVOS

4.1 HIPÓTESIS: NULA O ALTERNATIVA

4.1.1 Hipótesis nula

El programa preventivo de propiocepción realizado en una situación de fatiga neuromuscular no reduce la incidencia de lesiones de tobillo.

4.1.2 Hipótesis alternativa

El programa preventivo de propiocepción realizado en una situación de fatiga neuromuscular reduce la incidencia de lesiones de tobillo.

4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué es más eficaz: trabajar la propiocepción de tobillo en jugadores de baloncesto bajo una situación de fatiga neuromuscular o sin fatiga?

4.3 OBJETIVOS

4.3.1 General

Determinar la eficacia de un programa preventivo de propiocepción bajo una situación de fatiga neuromuscular en comparación con la realización del mismo programa sin fatiga neuromuscular.

4.3.2 Específicos

- Determinar la incidencia de lesiones (esguinces de tobillo) durante una temporada deportiva.
- Determinar la percepción de estabilidad de tobillo de los participantes al final de la intervención con respecto al inicio.
- Determinar la estabilidad de tobillo de los participantes al final de la intervención con respecto al principio.
- Determinar la adherencia al programa de los participantes.
- Determinar la duración de los efectos conseguidos con el programa.
- Determinar la relación de la incidencia de lesiones en ambas situaciones (con y sin fatiga neuromuscular) en relación a las siguientes características personales: edad, altura, peso, posición de juego y lesiones previas.

5 METODOLOGÍA

5.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se comienza realizando una búsqueda para responder la pregunta de investigación planteada anteriormente. Se utilizan diferentes bases de datos: Pubmed, Scopus, SportDiscuss, PEDro y Cochrane.

Para ello, se emplean diferentes combinaciones con las siguientes palabras clave:

- Proprioception
- Fatigue y muscle fatigue
- Ankle y ankle injuries
- Prevention
- Physical therapy

Se llevan a cabo distintas combinaciones representadas en la Tabla I.

Tabla I: Metodología de búsqueda.

PUBMED	SCOPUS	SPORTDISCUSS	PEDro	COCHRANE
(proprioception) AND (ankle OR ankle injuries) AND (prevention) AND (physical therapy OR prevention)	Proprioception AND ankle AND prevention	Proprioception AND ankle (prevention OR physical therapy)	Proprioception AND ankle AND prevention	Propiocepción AND tobillo
(proprioception) AND (fatigue OR muscle fatigue)	Proprioception AND fatigue	Proprioception AND fatigue		Propiocepción AND fatiga
(fatigue OR muscle fatigue) AND (ankle OR ankle injuries)	Proprioception AND ankle AND physical therapy			

Los resultados se limitaron en base a los siguientes criterios.

Criterios de inclusión:

- Estudios en seres humanos.
- Idiomas: inglés y español.
- Publicados en los últimos 5 años.
- Accesibilidad a texto completo.
- Tipo de artículo: ensayos clínicos o revisiones bibliográficas.

Criterios de exclusión:

- Artículos no relacionados con el tema de estudio en concreto.
- Estudios con animales.
- Artículos duplicados.

Tras la obtención de los resultados de búsqueda se hace una selección de aquellos que cumplen los criterios de inclusión y tratan sobre la propiocepción como forma de prevención que se muestran en la Tabla II (ANEXO I: Tabla II). Posteriormente, se ha hecho un análisis de los resultados obtenidos para intentar responder la pregunta de estudio:

Al Attar et al.¹⁹ compararon la efectividad de la combinación del programa FIFA 11+ pre-entrenamiento y post-entrenamiento con sólo pre-entrenamiento. Con la combinación del programa pre- y post-entrenamiento buscan exponer a los jugadores a “condiciones de partido”, consiguiendo una mayor reducción de la incidencia de lesiones. Dentro del programa FIFA 11+ se incluye una parte dirigida al equilibrio, pero no se trata de un programa específico de ello. Por lo tanto, los efectos conseguidos no se pueden atribuir en concreto a alguno de los ejercicios que conforman el programa, sino al conjunto de ellos. También hay que tener en cuenta que no se compara el efecto aislado de un programa post-entrenamiento con uno pre-entrenamiento. La disminución de la incidencia podría deberse a una mayor carga de prevención, y no sólo a los efectos producidos por trabajar la prevención en un estado de fatiga.

Riva et al.²⁰ realizaron un estudio prospectivo de 6 años en el que evaluaron la efectividad de un programa de propiocepción. Los ejercicios fueron cambiando a medida que pasaban los años: en el primer bienio eran ejercicios propioceptivos clásicos; en el segundo bienio se realizaban en una serie de estaciones propioceptivas electrónicas (con inestabilidades de alta frecuencia); y en el tercer bienio se aumenta la intensidad y el volumen de los ejercicios. El resultado fue una reducción estadísticamente significativa en la incidencia de esguinces de tobillo. La mayor efectividad fue conseguida con el programa de entrenamiento propioceptivo del tercer bienio, lo que podría deberse al efecto acumulativo de prevención o también podría estar relacionado con el aumento de intensidad y carga (acercándose a situaciones con mayor fatiga o “condiciones de partido”).

Ben Mousa Zouita et al.²¹ investigaron los efectos de ejercicios propioceptivos realizados durante 8 semanas. Los resultados obtenidos fueron una mejora de fuerza, de estabilidad y de los tiempos de reacción. En los ejercicios se incluyen cambios de dirección o planos inestables, debido que para conseguir una reeducación eficaz, es necesario abordar situaciones reales durante el proceso del tratamiento. Sin embargo, no se especifica el momento ni la situación en la que se realizan los ejercicios.

Realizar los ejercicios de propiocepción bajo un estado de fatiga se aproximaría a una situación real a la que el sujeto se verá expuesto.

McCall et al.²² realizaron una encuesta a los directores médicos de 33 equipos de élite de fútbol europeo para cuantificar las estrategias actuales de prevención. Hicieron una clasificación de los factores de riesgo y de los ejercicios de prevención más importantes a partir de las respuestas de los encuestados. Los factores de riesgo considerados más relevantes son: haber tenido una lesión anterior, la fatiga y tener un desequilibrio muscular. Los ejercicios de prevención más importantes fueron: los ejercicios excéntricos, la propiocepción y el trabajo de Core. Cuestionan la eficacia de los programas de prevención actuales debido al estancamiento de la incidencia de lesiones en el fútbol. Por ello, plantean que los ejercicios preventivos actuales pueden ser demasiado estáticos o consistir en movimientos dinámicos muy controlados, que pueden no ofrecer un estímulo suficiente para lograr los efectos preventivos deseables.

Realizar un estudio sobre los efectos de un programa de prevención en una situación de fatiga puede ser una manera de intentar conseguir una mayor eficacia y unos estímulos más reales.

McCall et al.¹⁸ hicieron una revisión sistemática de 14 estudios para determinar la evidencia científica de los factores de riesgo, de los test de screening y de los ejercicios preventivos identificados por una encuesta anterior. Dentro de los estudios que cumplieron los criterios de inclusión no hubo ninguno que mencione a la fatiga como factor de riesgo, por ello, le asignan un nivel de evidencia 4. Sólo incluyeron 1 estudio sobre propiocepción como ejercicio preventivo. El nivel de evidencia de este estudio es de 1+ y el grado de recomendación como prevención de esguinces de tobillo es "D". Recomiendan realizar futuras investigaciones que determinen la efectividad y el protocolo óptimo de los ejercicios de propiocepción para la prevención de lesiones en el tobillo y rodilla. También aconsejan determinar la importancia del ejercicio propioceptivo en la reducción de las tasas de lesiones.

Las revisiones sistemáticas realizadas por Kalirathinam et al.²³ y por Schiffan et al.²⁴ buscan determinar la efectividad de los programas propioceptivos para disminuir la incidencia de lesiones. Incluyen una serie de estudios en los que se realizan ejercicios de propiocepción y se comparan con otras intervenciones. Concluyeron que los programas de entrenamiento propioceptivo disminuyen las tasas de lesiones. Los ejercicios propioceptivos de los diferentes estudios fueron realizados dentro de la rutina de calentamiento, los realizaron los sujetos en su casa o no estaba determinado el momento de hacerlo. Por ello, vemos que realizar una

investigación en la que se realice el programa de propiocepción al final del entrenamiento (bajo fatiga) puede aportar información nueva sobre la eficacia de la prevención.

El resto de los estudios encontrados que traten la propiocepción para prevenir lesiones no especifican el momento o la situación en la que se realiza el programa o los ejercicios propioceptivos²⁵⁻³⁴. Sería novedoso estudiar los efectos sobre la incidencia lesional de la propiocepción en condiciones de fatiga.

En resumen, en la mayoría de los estudios analizados la propiocepción tuvo unos efectos positivos en cuanto a la reducción de tasas de lesión, mejora de la estabilidad, mejora de la fuerza muscular... Algunos investigadores establecen que su nivel de evidencia científica y su grado de recomendación son relativamente bajos¹⁸ y aconsejan realizar futuras investigaciones para determinar claramente su efectividad²².

Schiftsan et al.²⁴ establecen que no se conoce la relación dosis-respuesta óptima para lograr los efectos preventivos de la propiocepción. Debido a la falta de detalles en muchos estudios relacionados con la dosis de intervención y duración, recomiendan informar de los parámetros completos para conocer con exactitud el efecto de intervención preventiva.

En la mayoría de los estudios seleccionados no se determina el momento en el que deben realizarse los ejercicios de rehabilitación o de prevención. En los estudios que sí especifican cuándo deben hacerse, nos encontramos con que deben ejecutarse en: casa, dentro de la rutina de calentamiento o sólo se hacen los ejercicios de manera aislada (sin ningún tipo de entrenamiento previo que pueda inducir fatiga).

No se ha podido contestar la pregunta de estudio con los resultados obtenidos. Por lo que, se plantea un proyecto de investigación para intentar responderla.

Con este proyecto de investigación se pretende aportar una manera de obtener información nueva sobre la propiocepción como parte del trabajo preventivo. El objetivo es determinar la eficacia de entrenar la propiocepción bajo fatiga en comparación con la manera actual de trabajar la prevención, que habitualmente se lleva a cabo: de manera aislada, como parte del calentamiento... Los sujetos, al estar en condiciones de fatiga, se encuentran en un estado similar al que estarán expuestos durante su actividad deportiva.

5.2 ÁMBITO DE ESTUDIO

Este estudio se llevará a cabo en el ámbito deportivo del baloncesto semiprofesional. Los sujetos que participarán pertenecen a equipos de la Liga EBA. Los equipos realizarán la intervención en las instalaciones en las que entrenen habitualmente y se les otorgará el material necesario.

5.3 PERÍODO DE ESTUDIO

La duración del estudio es de una temporada completa. Comenzará con el inicio de la pretemporada y terminará con el final de la temporada.

A lo largo de la temporada se harán una serie de mediciones divididas en cuatro etapas: previas al inicio del programa preventivo, al acabar el programa (de 12 semanas de duración), 3 meses después del programa y al finalizar la temporada. También se llevará a cabo un registro de las lesiones durante toda la temporada.

Una vez finalizado este período, con los datos obtenidos se realizará el análisis estadístico para poder elaborar las conclusiones en relación a los resultados obtenidos.

5.4 TIPO DE ESTUDIO

Este proyecto de investigación se plantea como un ensayo clínico aleatorizado longitudinal prospectivo.

- Ensayo clínico: evaluación experimental de una intervención.
- Aleatorizado: los sujetos se asignan al azar a los diferentes grupos de intervención.
- Longitudinal: debido a que existe un lapso de tiempo entre las variables, de tal manera que puede establecerse una secuencia temporal.
- Prospectivo: debido a que el inicio del estudio es anterior a los hechos estudiados, de tal manera que los datos se van recogiendo a medida que estos van apareciendo.

Con este diseño se pretende determinar la eficacia de realizar trabajo propioceptivo en condiciones de fatiga con el objetivo de prevenir esguinces de tobillo en jugadores de baloncesto.

Se hará una comparación entre tres grupos de individuos asignados al azar. Los grupos son:

- Grupo 1: no realiza el programa de prevención.
- Grupo 2: realiza el programa de prevención antes de entrenar.
- Grupo 3: realiza el programa de prevención después de entrenar (en condiciones de fatiga neuromuscular).

5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

En el estudio participarán sujetos pertenecientes a equipos de baloncesto que cumplan los siguientes requisitos.

Criterios de inclusión:

- Sujetos mayores de 18 años.
- Sujetos que entrenen tres o más días a la semana.
- Pertenecer a un equipo de baloncesto de la liga EBA.
- Firmar el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Jugadores que no estén entrenando con normalidad al inicio del estudio.
- No querer participar en el estudio.
- Sujetos que abandonen el equipo.
- Sujetos que se incorporen al equipo una vez que el estudio haya comenzado.

5.6 JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

Se desea evaluar si realizar ejercicios propioceptivos de prevención en una situación de fatiga neuromuscular es mejor que no realizar ejercicios propioceptivos de prevención y que realizar los mismos ejercicios sin fatiga neuromuscular. Se sabe por datos previos que no realizar ejercicios de prevención se asocia a un porcentaje de lesiones de tobillo del 16%²⁴, y se considera clínicamente relevante si realizar los ejercicios bajo fatiga redujese el número de estas lesiones a un 5%. El nivel de riesgo se fija en 0,05 y se desea una potencia estadística de un 80%. Bajo estas consideraciones se precisa estudiar 121 sujetos en cada grupo (n=363).

El número aproximado de jugadores de baloncesto en la Liga EBA es de 1300.

5.7 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para la selección de la muestra de sujetos se contactará con la Federación Española de Baloncesto para que informe a todos los equipos pertenecientes a la Liga EBA acerca del estudio.

Una vez hecho esto, se les expondrá y planteará el proyecto de investigación a todos los equipos que estén interesados en participar. Durante la exposición, se explicará detalladamente toda la información relativa al estudio como los criterios de inclusión/exclusión, los objetivos y el plan de trabajo establecido.

Una vez que los equipos hayan decidido su participación, se procederá a corroborar los criterios de inclusión/exclusión de todos los jugadores pertenecientes a estos equipos. Todos los sujetos deben estar de acuerdo y firmar el consentimiento informado para poder participar en el estudio.

Posteriormente, se procederá a distribuir los equipos en los diferentes grupos de intervención a través de un muestreo aleatorio simple.

5.8 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Variable principal:

- Incidencia de lesiones.

Variables secundarias:

- Percepción de estabilidad.
- Resultados de los test.
- Adherencia de los participantes (abandonos).
- Duración de los efectos del programa.
- Incidencia de lesiones en función de la edad, altura, peso, posición de juego y lesiones previas.

5.9 MEDICIONES E INTERVENCIÓN

5.9.1 Test y mediciones

Todos los grupos serán sometidos a una serie de mediciones que se llevarán a cabo en cuatro etapas definidas:

- Previamente al inicio del programa propioceptivo.
- Al finalizar las 12 semanas de duración del programa.
- A los 3 meses después de finalizar el programa.
- Al finalizar la temporada deportiva.

El grupo 1 no realizará el programa de ejercicios, pero si llevará a cabo las mediciones que se describen a continuación.

Con las pruebas que se proponen se pretende valorar el equilibrio global y la estabilidad de tobillo de la manera más objetiva posible. También se realizará una medición de la percepción subjetiva de estabilidad de los individuos.

Se recogerán una serie de datos personales para evitar posibles sesgos de confusión. Antes de iniciar el estudio, los participantes deberán rellenar un cuestionario donde se pedirá la siguiente información (ANEXO II):

- Edad.
- Altura.
- Peso.
- Lesiones previas.
- Posición de juego.
- Grupo al que ha sido asignado: uno, dos o tres.

Antes de llevar a cabo cada una de estas pruebas se recalcarán una serie de detalles que habrá que tener en cuenta:

- Control del valgo dinámico.
- Control del tronco (Core).

Star Excursion Balance Test (SEBT)³⁵⁻³⁸:

El objetivo de esta prueba es valorar la estabilidad y el control dinámico de la postura.

Para la realización de este test los sujetos deben situarse descalzos en el punto central. A partir de este punto central salen líneas formando ángulos de 45° entre ellas. Las líneas

reciben el nombre de la dirección en la que se disponen respecto a la posición del sujeto: anterior, anteromedial, anterolateral, medial, lateral, posterior, posteromedial y posterolateral (imagen 1).

La prueba consiste en realizar una serie de sentadillas unipodales a la vez que con la extremidad que no está apoyada se intenta alcanzar el punto más lejano a lo largo de las ocho líneas dibujadas en el suelo. Se hará una marca en el punto hasta donde haya llegado y se realizará una medición desde la marca hasta el punto central.

El sujeto debe tocar ligeramente la línea en el punto más distal posible y volver a la posición inicial en el centro. La prueba no se considerará válida y tendría que repetirse en caso de que:

- Se pierda el equilibrio y se apoye el pie en el suelo.
- Se levante el pie de apoyo del suelo.

Cada sujeto podrá realizar 6 intentos en cada una de las ocho direcciones a modo de práctica. Se les permitirá descansar 5 minutos antes de comenzar la prueba tras la práctica. Los individuos realizarán tres intentos en cada dirección con cada extremidad teniendo 10" de descanso entre cada intento. Se registrará el máximo valor de los 3 intentos en cada dirección para el posterior análisis.

Debido a la influencia de la longitud de la extremidad y para permitir una comparación más precisa entre los participantes, la distancia alcanzada puede expresarse como un porcentaje de la longitud de la extremidad. Para ello, se realizaría el siguiente cálculo:

- Se divide la distancia alcanzada entre la longitud de la extremidad y se multiplica el resultado por 100 (las medidas en centímetros).

Para medir la longitud de la extremidad:

- Con el sujeto en decúbito supino se mide con una cinta métrica la distancia entre la espina iliaco anterosuperior y la parte más distal del maléolo tibial.

Imagen 1: SEBT.

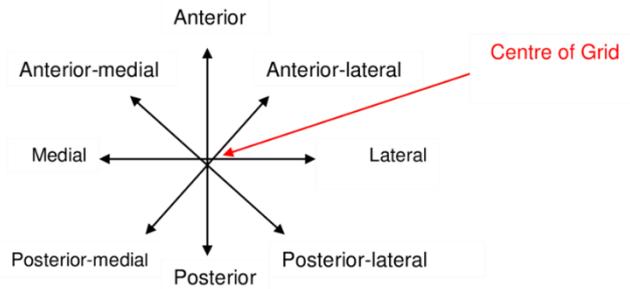


Figure 8 hop test^{39,40}:

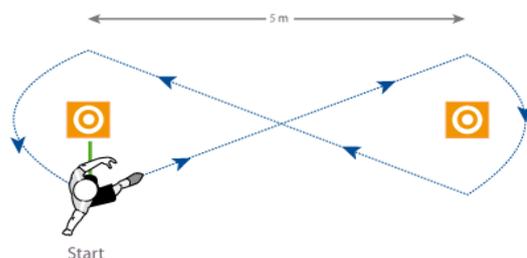
Esta prueba sirve para evaluar la habilidad de producir fuerza, velocidad, equilibrio y control unipodal en una superficie horizontal en múltiples direcciones.

El test consiste en que el sujeto realice dos veces consecutivas el recorrido en ocho de la imagen 2 lo más rápido posible. Se realizará la medición del tiempo (a la décima de segundo) empleado en dar dos vueltas consecutivas al circuito. El circuito está formado por dos conos, que se encuentran separados por una distancia de cinco metros.

Los sujetos deben realizar la prueba con ambos miembros inferiores. Se repetirá la prueba en caso de que se apoye en el suelo la pierna flexionada.

Cada sujeto realizará 3 intentos con cada miembro inferior y se registrará el menor tiempo conseguido.

Imagen 2: Figure 8 hop test.



Side hop test^{39,40}:

Este test evalúa la habilidad para producir fuerza, velocidad, coordinación muscular, equilibrio y control unipodal al realizar cambios de dirección laterales sobre un plano horizontal (imagen 3).

La prueba consiste en hacer saltos unipodales laterales entre dos líneas separadas 40 cm durante 30 segundos. Se contabilizará el número de saltos realizados. Los sujetos deberán hacerlo con ambas extremidades. El test se repetirá en caso de que se apoye la pierna flexionada.

Cada sujeto realizará 3 intentos con cada miembro inferior y se registrará el máximo valor conseguido.

Imagen 3: Side hop test.



Escala analógica visual (EVA):

Cabe destacar la importancia de evaluar los cambios apreciados por parte de los sujetos, y no sólo la información aportada por las pruebas físicas. Para ello, se evaluará la sensación subjetiva de estabilidad de tobillo de los participantes en el proyecto.

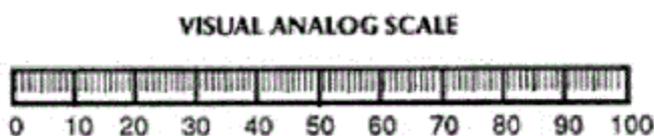
La EVA proporciona una manera sencilla de medir determinados aspectos subjetivos como puede ser el dolor, la disnea o la fatiga⁴¹⁻⁴³. Esta escala también ha sido usada para cuantificar la sensación subjetiva de estabilidad de tobillo por Hall et al.³⁰. En este estudio, con la

aplicación de la EVA obtuvieron resultados significativos sobre la percepción de estabilidad de tobillo de los participantes tras un protocolo de entrenamiento.

La EVA consiste en una línea de 10 cm en la que sus límites representan los extremos máximos y mínimos de la dimensión subjetiva a evaluar⁴⁴. La unidad de medida establecida será milímetros permitiendo una escala de 100 puntos⁴⁵. En este caso, el aspecto subjetivo que se pretende medir será la percepción de estabilidad de tobillo.

Los sujetos deberán calificar la sensación de estabilidad de tobillo percibida con un valor comprendido dentro de la escala. Con la utilización de esta medida se busca evidenciar los efectos conseguidos sobre las sensaciones y percepciones de los participantes y su duración tras llevar a cabo el programa de prevención.

Imagen 4: EVA.



5.9.2 Programa propioceptivo

5.9.2.1 JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LA TÉCNICA

Se ha seleccionado la propiocepción como procedimiento para el estudio por sus efectos sobre la estabilización dinámica en el complejo articular del tobillo y, por tanto, por su capacidad para reducir la incidencia de lesiones en el mismo. A continuación, se va a exponer el mecanismo fisiológico de acción por el cual el entrenamiento propioceptivo hace efecto en el organismo.

5.9.2.2 MECANISMO DE ACCIÓN DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO

Con el entrenamiento propioceptivo se pretende conseguir una serie de adaptaciones y mejoras que permitan disminuir la incidencia de lesiones de tobillo. La retroalimentación neurológica permite un control de las acciones musculares y sirve como mecanismo de protección contra las lesiones⁷.

A través de la repetición de movimientos se logra la adquisición de patrones motores. Los movimientos repetidos se almacenan como órdenes centrales y consiguiendo una automatización⁷.

Cabe destacar el mecanismo de preactivación, que involucra una preparación mediante la anticipación de la carga o del movimiento. Es posible aprender y ajustar esta preparación gracias al acúmulo de experiencias motrices. Pueden adquirirse patrones musculares más coordinados y una desaparición de los modelos de coactivación inapropiados para conseguir el desarrollo de una buena estabilidad dinámica articular y un movimiento más eficiente⁸. Todo esto se logra gracias a la capacidad del SNC de alterar los ajustes corporales según la información de experiencias previas almacenadas.

Por ello, es importante que en los ejercicios se incluyan gestos y acciones similares a las que se desarrollaran en la práctica deportiva.

Los reflejos básicos incorrectos tienden a eliminarse para optimizar la respuesta. Esta respuesta será más rápida, precisa y coordinada produciendo un movimiento de manera integrada, automática y, la mayor parte de las veces, inconsciente⁷.

A través de los mecanismos reflejos de facilitación e inhibición nerviosa ocurren mejoras funcionales. Se consigue un mejor control del reflejo miotático y del reflejo miotático inverso que pueden producir adaptaciones en la coordinación intermuscular e intramuscular. Se facilita el aprendizaje del sistema nervioso para inhibir la actividad muscular no deseada. Así, se consigue una mayor eficiencia energética, ya que, al provocar menor actividad contráctil, se reduce el gasto energético^{7,8}.

También se producen variaciones de los patrones neuromusculares lesivos, por ejemplo, retardar la activación de la musculatura inversora de tobillo⁸.

El trabajo propioceptivo busca mejorar el tiempo de respuesta ante un estímulo y mejorar el tiempo necesario para llegar al pico máximo de activación muscular. Con esto se facilita el control de la acción y se aumenta el rendimiento^{8,46}.

Al realizar este tipo de entrenamiento también se mejoran factores propios de la coordinación⁷:

- Regulación de los parámetros espaciotemporales.
- Capacidad de mantener el equilibrio.
- Sentido del ritmo.
- Capacidad de orientarse en el espacio.
- Capacidad de relajar los músculos antagonistas.

Los ejercicios específicos propioceptivos buscan una respuesta más eficaz a las exigencias motoras, lo cual según la evidencia actual da como resultado mejoras de la fuerza, de la coordinación, del equilibrio y del tiempo de reacción. Con este tipo de entrenamiento, a través de los mecanismos reflejos, se logra un aumento del rendimiento debido a las mejoras de los estímulos facilitadores y a una disminución de las inhibiciones^{7,8}.

La propiocepción de tobillo es uno de los componentes más importantes que contribuyen al control del equilibrio en el deporte⁵.

5.9.2.3 METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN

A continuación se describe el programa al que se someterán los distintos grupos:

- Grupo 1: no realiza el programa de prevención.
- Grupo 2: realiza el programa de prevención antes de entrenar.
- Grupo 3: realiza el programa de prevención después de entrenar.

La relación óptima entre dosis y respuesta para lograr el efecto preventivo de un programa propioceptivo no está definida^{23,24}. En la bibliografía encontrada parece no haber una correlación clara entre la duración del programa y los resultados obtenidos. La duración de los distintos estudios varía desde 3 semanas³⁴, 4 semanas²⁷, 6 semanas^{25,28,30,33}, 8 semanas²¹, 12 semanas³¹, 24 semanas¹⁹ hasta 6 años²⁰.

La duración de este programa preventivo de propiocepción se establece en 12 semanas, ya que, se considera un tiempo suficiente para conseguir buenos resultados. Gioftsidou et al.³¹ con un programa propioceptivo durante 12 semanas consiguen una mejora del control postural y de la capacidad propioceptiva de los participantes.

Durante las 12 semanas se realiza una progresión en los ejercicios en base a los siguientes criterios conocidos establecidos de menor a mayor complejidad neuropropioceptiva:

- De apoyo bipodal a apoyo unipodal.
- De ojos abiertos a ojos cerrados.
- De superficie estable a superficie inestable.
- Añadiendo perturbaciones externas.
- De cadena cinética abierta a cadena cinética cerrada: los participantes son sujetos sanos y con buen estado físico, por lo que, esta progresión no se va a realizar, ya que, todos ellos pueden partir de una posición de carga sobre la articulación. Los ejercicios serán todos en cadena cinética cerrada.

Se ha descrito que en la preparación de un movimiento o en el control postural tras una perturbación no se reduce a la extremidad inferior, sino que se controla por una interacción compleja de acciones musculares preparatorias y anticipatorias observadas también en las extremidades superiores y en el tronco. Por ello, el trabajo propioceptivo debe enfocarse a una participación global de los sistemas, ya que, el conjunto de articulaciones del aparato locomotor actúan de forma coordinada para dar estabilidad a un determinado acto motor. Los objetivos que se quieren conseguir en una articulación concreta deberían conectarse con un trabajo más global⁷.

Debe hacerse hincapié en el control del valgo dinámico y del Core a la hora de realizar los ejercicios. Es relevante destacar estos aspectos debido a la importancia del Core en el control postural y del valgo dinámico como factor de riesgo de lesiones⁸. La semana 1-2 será de adaptación al programa y será donde deban recalcarse estos detalles.

Se toma como base la bibliografía encontrada para diseñar los ejercicios y sus progresiones en el programa de prevención.

Los diferentes ejercicios del programa vienen descritos en el Anexo III (Tabla III: Ejercicios del programa). El programa se realizará 3 días a la semana coincidiendo con los entrenamientos de cada equipo. Hay que tener en cuenta que el tiempo de recuperación entre ejercicios será de 1 minuto.

5.10 LIMITACIONES DEL ESTUDIO (SESGOS)

A continuación, se describen los posibles sesgos que podrían surgir durante la realización del estudio.

Sesgos de selección:

Son aquellos derivados de la obtención de participantes para el estudio. Para intentar disminuir este tipo de sesgos, todos los posibles participantes son invitados con los mismos medios y siguiendo las mismas pautas.

Sesgos de información:

Son aquellos derivados de la obtención de datos durante el estudio. Con la intención de reducir este tipo de sesgos, la recogida de datos se realizará con la máxima precisión posible y las mediciones de los diferentes test serán tomadas tres veces para minimizar posibles errores.

Sesgos de confusión:

Son aquellos derivados de la existencia de ciertas variables no consideradas en el estudio que puedan alterar los resultados. Para disminuir los posibles sesgos, se recogerán una serie de datos y características personales de los participantes que se tendrán en cuenta al analizar los resultados del estudio.

Debemos tener en cuenta que un posible sesgo de confusión son los antecedentes lesionales de cada participante. Seguramente no todos los participantes habrán tenido el mismo número de lesiones y, quizás, el programa no tenga la misma efectividad en jugadores que ya han tenido varios esguinces previamente que aquellos que no hayan sufrido un esguince anterior al comienzo del estudio.

Otro sesgo es la interrupción del programa a las 12 semanas. Quizás para mantener unos resultados favorables durante toda la temporada se necesite incorporar el programa preventivo en la rutina deportiva de los jugadores. Pero eso es algo que quizás se podría determinar en el estudio.

Posibles problemas que pueden surgir:

- Jugadores participantes en el estudio que cambien de equipo durante la temporada.
- Nuevas incorporaciones en equipos que participen en el estudio.
- Dentro de un mismo equipo que haya sujetos que están dispuestos y sujetos que no están dispuestos a participar en el estudio. Esto podría alterar la organización interna del equipo.

6 CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

Al comienzo de la pretemporada, se llevarán a cabo una serie de mediciones a los jugadores participantes en el estudio. Estas mediciones también se realizarán tras las 12 semanas del programa de prevención, a los 3 meses de finalizar el programa y al acabar la temporada (con excepción del cuestionario de datos personales que se recogerá antes de comenzar el estudio). A lo largo de todo este periodo se hará un registro de todas las lesiones sufridas por los participantes.

Para llevar a cabo con éxito el estudio será imprescindible la colaboración por parte del equipo. Antes de comenzar con el programa, se les explicarán los ejercicios tanto a los jugadores como al cuerpo técnico. Entre los miembros del cuerpo técnico se seleccionará a una persona que será la encargada de guiar los ejercicios durante las 12 semanas del programa

propioceptivo. La persona encargada será siempre el fisioterapeuta de cada equipo, que recibirá instrucciones más detalladas sobre el programa.

Una vez finalizada la temporada y con todos los datos recabados (lesiones y mediciones), se procederá a su análisis para posteriormente interpretar los resultados y elaborar conclusiones al respecto.

El plan de trabajo y la duración estimada de cada una de las fases del estudio se muestra en la Tabla IV.

Tabla IV: Plan de trabajo.

FASES	FECHAS
Búsqueda de bibliografía	Marzo-abril 2018
Análisis, síntesis e interpretación de la bibliografía	Abril 2018
Diseño del proyecto	Mayo 2018
Captación de participantes	Junio-julio-agosto 2018
Medición previa al inicio del programa preventivo	Agosto 2018
Programa de ejercicios	Agosto-septiembre-octubre-noviembre 2018
Medición tras las 12 semanas de programa	Noviembre 2018
Medición al finalizar la temporada	Mayo 2019
Recolección y análisis de datos	Mayo-junio 2019
Elaboración e interpretación de resultados	Junio-julio 2019
Conclusiones	Julio-agosto 2019
Publicación y difusión	Septiembre 2019

7 ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

En este estudio se necesita la participación de pacientes. Todos los métodos descritos cumplen las normas éticas de la Declaración de Helsinki vigente⁴⁷, la normativa internacional (Convenio de Oviedo)⁴⁸ y las recomendaciones del Consejo de Europa sobre investigación con seres humanos⁴⁹.

En todo momento, el bienestar de la persona debe tener primacía sobre cualquier otro interés, aunque en cualquier intervención con pacientes es inevitable la implicación de algún tipo de riesgo y coste. Asimismo, es nuestro deber promover tanto el respeto a todos los seres humanos como proteger su salud, integridad, confidencialidad, intimidad, dignidad y sus derechos individuales, tal y como se indica en el Código Deontológico del Consejo General de Colegios de fisioterapeutas de España⁵⁰.

En el desarrollo y planificación de este estudio y el consiguiente uso de pacientes se ha tenido en cuenta la importancia del proyecto de investigación considerando el conocimiento disponible, todos los aspectos éticos de un proyecto de investigación, así como los requisitos legales aplicables. Asimismo, se han tenido en cuenta la idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio, justificación de los riesgos y molestias previsibles para los sujetos participantes, así como los beneficios esperados. La asistencia a los pacientes se realizará en un ámbito asistencial adecuado. Se asegura también la adecuada acreditación de competencia y cualificación tanto del investigador responsable como del resto del equipo de investigación así como la validez metodológica y científica del proyecto.

Se cumplen asimismo otros requisitos éticos específicos básicos: respeto y selección equitativa de los sujetos, confidencialidad, obtención de un consentimiento informado válido, y el cumplimiento de la documentación, permisos y demás requisitos normativos vigentes.

Todos los participantes han sido informados previamente de los objetivos y requerimientos del proyecto y de las implicaciones de su participación en el mismo.

Su participación es totalmente voluntaria, y se les asegura la posibilidad de abandonar en cualquier momento sin necesidad de justificación y sin consecuencias negativas. Si abandonan el proyecto antes del final, sus datos serán retirados del mismo. No habrá incentivos ni influencias o coerción para su participación.

Todos los investigadores participantes firmarán un compromiso de confidencialidad y respeto a las normas éticas de un proyecto de investigación que incluye la participación de seres humanos.

Se hará un seguimiento riguroso de la evolución del estudio, garantizando la idoneidad de todos los miembros del equipo de investigación participantes en el proyecto, su experiencia y capacidad científica. Se garantiza también la veracidad y claridad de la información proporcionada a los posibles sujetos participantes en la investigación, y la obtención del pertinente consentimiento informado.

El proyecto de investigación será previamente aprobado por un Comité Científico del centro o institución donde se realizará la investigación. También se solicitará la aprobación para la realización del estudio al Comité Ético de Investigación Clínica de Galicia (CEIC) (Anexo IV), como regulan el Real Decreto 1090/2015⁵¹(que actualiza el Real Decreto 223/2004, “por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos, los Comités de Ética de la Investigación con medicamentos y el Registro Español de Estudios Clínicos”) y la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica. Además, para la publicación de un estudio con pacientes en la mayoría de las revistas científicas se exige como requisito imprescindible que esté aprobado por un CEIC. Para ello, se enviará una copia del protocolo de estudio, detallando los aspectos éticos relevantes tenidos en cuenta.

7.1 CONFIDENCIALIDAD

Debido a la necesidad de mecanismos de protección de los datos almacenados, nuestro equipo de investigación asegura una total confidencialidad de todos los datos obtenidos y garantiza la protección de los mismos.

Se seguirán los protocolos establecidos habitualmente por los investigadores clínicos para acceder a los datos necesarios con la única finalidad de investigación científica.

Todos los pacientes participarán de manera voluntaria, y sus datos serán codificados para evitar su identificación. La disociación y codificación de datos la llevará a cabo el responsable del estudio, quien será también el responsable de la custodia y tratamientos de los datos. El tratamiento de datos se ajusta a la Ley 15/1999, de protección de datos de carácter personal y el reglamento que la desarrolla (Real Decreto 1720/2007), Ley 41/2002, reguladora de la autonomía del paciente, así como al Reglamento (UE) 2016/679⁵²⁻⁵⁵.

Los participantes tienen derecho a ser informados de los resultados obtenidos, por lo que se garantiza su derecho de acceso a ellos y a su interpretación, así como a las publicaciones y/o comunicaciones que se generen.

El titular (Investigador Principal y/o institución) es el responsable legal de los datos, que no serán cedidos a terceros ni utilizados en otros proyectos.

7.2 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Los sujetos participantes en una investigación deben ser debidamente informados, tal y como se establece en el Artículo 4 “*Consentimiento informado y derecho a la información*” de la Ley 14/2007 de Investigación Biomédica⁵⁶.

Los participantes firmarán una Hoja de Información al Paciente que debe ser presentada por escrito y donde se garantiza que se respetará la confidencialidad de sus datos, como establece la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal⁵⁷ (ANEXO V).

Se preparará y enviará un modelo específico de consentimiento informado por escrito para entregar a todos los pacientes participantes, donde también se pida la autorización expresa necesaria para la utilización de datos personales o imágenes (ANEXO VI).

Tanto los participantes como el investigador tienen que firmar el consentimiento informado, que debe hacerse por duplicado, quedándose cada uno con una copia (Ley 3/2005, de 7 de marzo, de modificación de la Ley 3/2001, de 28 de mayo, reguladora del Consentimiento Informado y de la Historia Clínica de los pacientes (art. 19))⁵⁸. Este consentimiento informado especifica con todo detalle en qué consiste el estudio junto con los posibles riesgos que podría conllevar.

El investigador responsable y los colaboradores deben estar identificados y se le debe informar a los sujetos de su papel en la investigación.

El paciente podrá revocar por escrito su consentimiento en cualquier momento.

8 APLICABILIDAD DEL ESTUDIO

La finalidad de este estudio es determinar la influencia de la fatiga sobre el trabajo de propiocepción, y conocer si el hecho de trabajar en una situación de fatiga podría ser más eficiente a la hora de prevenir lesiones a través de la propiocepción.

La aplicabilidad del estudio variará en función de los resultados:

- En caso de obtener unos resultados positivos al respecto, es decir, que se muestre una reducción significativa de la incidencia de lesiones al realizar la prevención bajo fatiga: la principal aplicación práctica sería promover la realización del trabajo propioceptivo de prevención bajo condiciones de fatiga con el objetivo de conseguir una reducción de las lesiones basándonos en la evidencia lograda. También sería importante continuar investigando sobre el tema y sobre su aplicación en el mundo del deporte.
- En caso de obtener unos resultados negativos al respecto, se debería seguir estudiando e investigando debido a la relevancia de la prevención y a los pocos proyectos actuales sobre este tema en concreto.

8.1 VALOR SOCIAL

Como se ha dicho anteriormente, esta investigación está enfocada a estudiar la influencia de la fatiga en la eficacia del trabajo propioceptivo. El estudio aportará beneficios al mundo del deporte, ya que ampliará el conocimiento sobre la prevención de lesiones en deportistas.

En caso de obtener unos resultados significativos que demuestren la eficacia de trabajar la prevención en condiciones de fatiga neuromuscular, el objetivo a largo plazo será difundir los resultados, implantar programas preventivos de propiocepción de tobillo en condiciones de fatiga, es decir, llevar a cabo el trabajo de propiocepción al finalizar los entrenamientos en lugar de antes del entrenamiento que es cuando se realizan normalmente, y con ello intentar disminuir el número de lesiones deportivas.

9 PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados y conclusiones obtenidos con la realización del estudio de investigación se pretenden divulgar presentándolos tanto a revistas científicas como a congresos y jornadas que tengan relación con la Fisioterapia y el deporte. Esto permitirá exponer los resultados obtenidos, sean positivos o negativos, para contribuir a la difusión de esta investigación, colaborar con otros grupos que estén interesados y poder prevenir los errores que hayan podido ser cometidos durante este estudio en investigaciones posteriores. El objetivo es que estos datos sean accesibles a otros investigadores y profesionales de la salud relacionados con este campo de trabajo.

Posibles congresos y jornadas:

- Congreso Nacional de Fisioterapia.
- Xornadas galegas de Fisioterapia.

Posibles revistas:

- Physical Therapy.
- Physical Therapy in Sports.
- Physiotherapy.
- Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.

10 MEMORIA ECONÓMICA

La fuente de financiación será pública a través de subvenciones obtenidas en convocatorias públicas y competitivas de investigación por parte de la Xunta de Galicia y el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad y/o Educación, Cultura y Deporte de España.

El proyecto no busca ningún tipo de beneficio económico para los investigadores, quienes declaran que no existe ningún tipo de conflicto de interés por su parte.

En base al tamaño de la muestra, se calcula la participación de 30 equipos aproximadamente. En la Tabla V aparecen detallados los recursos y personal necesarios para la realización del proyecto de investigación.

Tabla V: Recursos y personal necesarios.

CONCEPTO	COSTE			
	MATERIAL	IMPORTE	CANTIDAD	TOTAL
Bossu	70 €	40	2.800 €	
Tabla hemicilíndrica	40 €	20	800 €	
Tabla hemisférica	40 €	20	800 €	
Cama elástica	30 €	20	600 €	
Cajón	70 €	20	1.400 €	
Escaleras	18 €	20	360 €	
Dinair	25 €	20	500 €	
Lastres para tobillo	18 €	20	360 €	
Balón	10 €	20	200 €	
Balón medicinal	30 €	20	600 €	
Cinta métrica	3 €	2	6 €	
Pack de conos	5 €	20	100 €	
PERSONAL	IMPORTE	CANTIDAD	TOTAL	
Fisioterapeutas		2	Voluntarios	
Matemático	1500 €	1	1500 €	
TOTAL: 10.026 €				

11 BIBLIOGRAFÍA

1. Testut L, Latarjet, A, Latarjet M. Tratado de anatomía humana. 9ª Edición. Barcelona: Salvat; 1980.
2. Drake RL, Vogl A, Mitchell A. Gray Anatomía para estudiantes. 2ª Edición. Barcelona: Elsevier; 2010.
3. Kapandji A. Fisiología articular. 6ª Edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
4. Fort A, Romero D. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts Med Esport*. 2013;48(178):69-76.
5. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu Y. The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *Biomed Res Int*. 2015.
6. Costanzo L. Fisiología. 5ª Edición. Barcelona: Elsevier; 2014.
7. Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo: principios en el diseño de ejercicios y guía práctica. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017.
8. Romero D, Tous J. Prevención de lesiones en el deporte: claves para un rendimiento deportivo óptimo. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
9. Castellano M, Sebastiá E, Hijós E, Legido E, Mambrona L, Vigo M. Rehabilitación propioceptiva de la inestabilidad de tobillo. *AMD*. 2009;26(132):297-305.
10. Vega J. Propioceptores articulares y musculares. *Biomecánica*. 1999;7(13):79-93.
11. Valero N. Lesiones de los ligamentos del tobillo. *Canar Med Quir*. 2007;5(13).
12. Barrois B, Ribinik P, Davenne B. Esguinces de tobillo. *Encyd Mèd Chir*. 2002.
13. Bauer T, Hardy P. Esguinces de tobillo. *EMC Aparato Locomotor*. 2012;45(1):1-11.
14. Manonelles P, Tárrega L. Epidemiología de las lesiones en el baloncesto. *AMD*. 1988;15(68):479-483.
15. Osorio JA, Clavijo M, Arango E, Patiño S, Gallego I. Lesiones deportivas. *Revista Iatreia*. 2007;20(2):167-177.
16. Ramos M. El número de licencias en baloncesto sigue creciendo. *Mundo deportivo* (Barcelona). 29 de abril de 2012.
17. García J. Radiografía del deporte federado en España. *La Vanguardia*. 21 de mayo de 2015.
18. McCall A, Dupont G, Ekstrand J. Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study temas: a survey of team's head medical officers. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2016;50:725-730.

19. Al Attar WSA, Soomro N, Pappas E, Sinclair PJ, Sanders RH. Adding a post-training FIFA 11+ exercise program to the pre-training FIFA 11+ injury prevention program reduces injury rates among male amateur soccer players: a cluster-randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2017; 63(4):235-242.
20. Riva D, Bianchi R, Rocca F, Mamo C. Proprioceptive training and injury prevention in a professional men's basketball team: A six year prospective study. *J Strength Cond Res*. 2016; 30(2):461-475.
21. Ben Moussa A, Majdoub O, Ferchichi H, Grandy K, Dziri C, Ben Salah F. The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Ann Phys Rehabil Med*. 2013;56(9-10):634-643.
22. McCall A, Carling C, Davison M, Nedelec M, Le Gall F, Berthoin S et al. Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2015;49(9):583-589.
23. Kalirtahinam D, Saat Ismail M, Singh Pall T, Saha S, Anuar H. Does neuromuscular exercise training improve proprioception in ankle lateral ligament injury among athletes? Systematic review and meta-analysis. *Sci Med (Porto Alegre)*. 2017; 27(1).
24. Schiffan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2015;18(3):238-244.
25. Amrider S, Deepinder S, Jaspal S. Effect of proprioceptive exercises on balance and center of pressure in athletes with functional ankle instability. *Medicina Sportiva*. 2012;8(3):1927-1933.
26. Vriend I, Gouttebauge V, Finch CF, van Mechelen W, Verhagen E. Intervention strategies used in sport injury prevention study: A systematic review identifying studies applying the Haddon Matrix. *Sports Med*. 2017;47(10):2027-2043.
27. Cain MS, Garceau SW, Linens SW. Effects of a 4-week biomechanical ankle platform system protocol on balance in high school athletes with chronic ankle instability. *J Sport Rehabil*. 2017;26(1):1-7.
28. Smith BI, Docherty CL, Simon J, Klossner J, Schrader J. Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability. *J Athl Train*. 2012;47(3):282-288.
29. Taylor J, Ford K, Nguyen A, Terry L, Hegedus E. Prevention of lower extremity injuries in basketball: A systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med*. 2015;7(5).

30. Hall E, Docherty CL, Simon J, Kingma J, Klossner J. Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *J Athl Train.* 2015;50(1):36-44.
31. Gioftsidou A, Malliou P, Sofokleous P, Pafis G, Beneka A, Godolias G. The effects of balance training on balance ability in handball players. *Exercise and quality of life.* 2012;4(2):15-22.
32. de Vries J, Krips R, Sierevelt I, Blankevoort L, van Dijk C. Intervenciones para el tratamiento de la inestabilidad crónica del tobillo. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2011;8.
33. Mohammadi V, Alizadeh M, Gaieni A. The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. 2012;31:247-250.
34. Caparrós C, Morales J, Dabanch A, Díaz F, Molina D, Salazar J et al. Efectos del entrenamiento neuromuscular sobre el balance dinámico y actividad muscular en deportistas con inestabilidad funcional de tobillo: un estudio preliminar. *CES Movimiento y Salud.* 2015;3(1):7-15.
35. Gribble P, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47(3):339-357.
36. Demura S, Yamada T. Proposal for a practical star excursion balance test using three trials with four directions. *Sport Sci Health.* 2010;1:1-8.
37. Hertel J, Braham R, Hale S, Olmsted-Kramer L. Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:131-137.
38. Plisky P, Rauh M, Kaminski T, Underwood F. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:911-919.
39. Reiman M, Manske R. *Functional testing in human performance.* Leeds: Human Kinetics; 2009.
40. Docherty CL, Arnold BL, Gansneder B, Hurwitz S, Gieck J. Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *J Athl Train.* 2005;40(1):30-34.
41. Collins SL, Moore RA, McQuay HJ. The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres?. *J. Pain.* 1997;72(1-2):95-97.
42. Gift A. Validation of a vertical visual analogue scale as a measure of clinical dyspnea. *Rehabil Nurs.* 1989;14(6):323-325.

43. Lee K, Hicks G, Nino-Murcia G. Validity and reliability of a scale to assess fatigue. *Psychiatry Res.* 1990;36(3):291-298.
44. McCormack H, Horne D, Sheather S. Clinical applications of visual analogue scales: a critical review. *Psychol Med.* 1988;18(4):1007-1019.
45. Gift A. Visual analogue scales: measurement of subjective phenomena. *Nurs Res.* 1989;38(5):286-288.
46. Ergen E, Ulkar B. Proprioception and ankles injuries in soccer. *Clin Sports Med.* 2008;27: 195-217.
47. Declaración de Helsinki sobre principios éticos para las investigaciones médica en seres humanos. Fortaleza, Brasil (2013). <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
48. Instrumento de Ratificación del Convenio para la protección de los derechos humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina (Convenio relativo a los derechos humanos y la biomedicina), hecho en Oviedo el 4 de abril de 1997. BOE» núm. 251, de 20 de octubre de 1999, pp. 36825-36830.(Referencia:BOE-A-1999-20638).
<https://www.boe.es/boe/dias/1999/10/20/pdfs/A36825-36830.pdf>
49. Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos, elaboradas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS),2017.https://cioms.ch/wpcontent/uploads/2017/12/CIOMSEthicalGuideline_SP_INTERIOR-FINAL.pdf
50. Código Deontológico del Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España. <https://www.consejo-fisioterapia.org/descargas/codigo-deontologico-cgcf.pdf>
51. Real Decreto 1090/2015, de 4 de diciembre, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos, los Comités de Ética de la Investigación con medicamentos y el Registro Español de Estudios Clínicos. «BOE» núm. 307, de 24 de diciembre de 2015, pp.121923-121964.(Referencia:BOE-A-2015-14082).
<https://www.boe.es/boe/dias/2015/12/24/pdfs/BOE-A-2015-14082.pdf>

52. LEY ORGÁNICA 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. «BOE» núm. 298, de 14 de diciembre de 1999, pp. 43088- 43099. (Referencia:BOE-A-1999-23750).
<https://www.boe.es/boe/dias/1999/12/14/pdfs/A43088-43099.pdf>
53. Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal. «BOE» núm. 17, de 19 de enero de 2008 (Referencia: BOE-A-2008-979). <https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-979-consolidado.pdf>
54. Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. «BOE» núm. 274, de 15 de noviembre de 2002 (Referencia: BOE-A-2002-22188).
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-22188-consolidado.pdf>
55. REGLAMENTO (UE) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).
56. LEY 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica «BOE» núm. 159, de 4 de julio de 2007, pp. 28826-28848 (Referencia: BOE-A-2007-12945).
<https://www.boe.es/boe/dias/2007/07/04/pdfs/A28826-28848.pdf>
57. LEY ORGÁNICA 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. «BOE» núm. 298, de 14 de diciembre de 1999, pp. 43088- 43099 (12 págs.) (Referencia:BOE-A-1999-23750).
<https://www.boe.es/boe/dias/1999/12/14/pdfs/A43088-43099.pdf>
58. Ley 3/2005, de 7 de marzo, de modificación de la Ley 3/2001, de 28 de mayo, reguladora del consentimiento informado y de la historia clínica de los pacientes. «BOE» núm. 93, de 19 de abril de 2005, pp 13364-13368 (Referencia: BOE-A-2005-6226).. <https://www.boe.es/boe/dias/2005/04/19/pdfs/A13364-13368.pdf>

12 ANEXOS

12.1 ANEXO I: RESULTADOS DE BÚSQUEDA

Tabla II: Resultados de búsqueda empleados.

ESTUDIO	OBJETIVO	SUJETOS	DISEÑO	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
<i>Al Attar et al.</i> ¹⁹	Comparar la efectividad del programa FIFA 11+ antes de entrenar vs. antes y después de entrenar en la prevención de lesiones entre jugadores masculinos de fútbol amateur.	Grupo experimental: 9 equipos (144 jugadores). Grupo control: 8 equipos (136 jugadores).	Ensayo controlado aleatorio.	Grupo experimental: realizan los ejercicios FIFA 11+ 20´ antes de entrenar y 10´ después entrenar, 2 o 3 veces a la semana durante 6 meses. Grupo control: realizan los ejercicios FIFA 11+ 20´ antes de entrenar.	Reducción de la incidencia de lesiones en el grupo experimental en comparación con el grupo control.
<i>Kalirathinam et al.</i> ²³	Describir los hechos y los hallazgos relacionados con la efectividad de los programas de entrenamiento en propiocepción entre los atletas que sufren de lesión del ligamento del tobillo.	5 estudios (incluyen 2.459 participantes).	Revisión sistemática.	En los estudios se realiza una comparación entre ejercicios de propiocepción y calentamiento, cuidados habituales o entrenamiento de fuerza (según el estudio).	Impacto directo de los programas de entrenamiento neuromuscular en la propiocepción, previniendo y reduciendo el riesgo de complicaciones crónicas.
<i>Amrider et al.</i> ²⁵	Analizar la efectividad de ejercicios propioceptivos sobre el sentido de posición articular, equilibrio y centro de presión en atletas con inestabilidad funcional de tobillo.	Grupo experimental: 40 sujetos. Grupo control: 40 sujetos.	Ensayo experimental aleatorio.	Grupo experimental: protocolo de entrenamiento 3 veces por semana, 30´ y durante 6 semanas (consiste en ejercicios propioceptivos y ejercicios de resistencia con progresión).	Los ejercicios propioceptivos de tobillo mejoran el sentido de posición articular en dorsiflexión, flexión plantar, eversión e inversión.

				Grupo control: no realiza el protocolo de entrenamiento.	
<i>McCall et al.</i> ¹⁸	Cuantificar la práctica actual de las estrategias de prevención de lesiones, y la adherencia y cumplimiento en equipos de élite del fútbol europeo.	33 equipos.	Encuesta.	Encuesta online a los directores médicos de los equipos. La encuesta está dividida en 4 secciones: factores de riesgo, evaluación del riesgo de lesión, estrategias de prevención, y adherencia y cumplimiento del proceso de prevención.	<p>Top 3 factores de riesgo intrínsecos: lesión anterior, forma física y fatiga.</p> <p>Top 3 ejercicios de prevención: excéntricos, propiocepción y Core.</p> <p>Top 3 de herramientas para monitorizar el riesgo de lesión: medición de la carga de trabajo, satisfacción subjetiva y screen médico.</p>
<i>McCall et al.</i> ²²	Revisar sistemáticamente el nivel de evidencia científica para los factores de riesgo 'Top 3', pruebas de detección y de ejercicios preventivos identificados por una encuesta previamente publicada de 44 equipos de fútbol.	14 estudios.	Revisión sistemática.	<p>Niveles de evidencia científica:</p> <p>1++ - 4</p> <p>Grado de recomendación: A,B,C,D.</p>	<p>Factores de riesgo: lesión previa (2++), fatiga (4) y desequilibrios musculares (no concluyente).</p> <p>Test: movimiento funcional (D), cuestionario psicológico (D) y test muscular isocinético (D).</p> <p>Ejercicios preventivos: excéntricos en isquiotibiales (C), otros excéntricos (D) y,</p>

					equilibrio y propiocepción (D).
<i>Vriend et al.</i> ²⁶	Identificar y categorizar las estrategias de prevención de lesiones en el deporte aplicando la Haddon Matrix.	155 estudios.	Revisión sistemática.	Haddon Matrix: Huésped (atleta), agente (deporte y su regulación), y ambiente. Pre-evento (prevención lesión inicial), evento (en el momento de la lesión), y post-evento (prevención lesión recurrente).	El 43% son ensayos controlados aleatorios. El 55% de las estrategias se centran en el atleta. 73 estudios evalúan entrenamiento preventivo en la etapa pre-evento. 8 estudios tienen como objetivo prevenir lesiones recurrentes (5 de ellos relacionados con esguince de tobillo).
<i>Schiffan et al.</i> ²⁴	Resumir la evidencia de la efectividad del entrenamiento propioceptivo en la reducción de la incidencia y recurrencia de esguinces de tobillo en deportistas.	7 estudios (3726 participantes).	Revisión sistemática.	En los estudios se realiza una comparación entre los ejercicios propioceptivos y rutinas de calentamiento, entrenamiento de fuerza y uso de órtesis.	Los programas de entrenamiento propioceptivo disminuyen la tasa de esguinces de tobillo, sobre todo en personas con antecedentes de lesión de tobillo. Los beneficios como prevención primaria no son concluyentes.
<i>Cain et al.</i> ²⁷	Evaluar el efecto del protocolo de rehabilitación con BAPS durante 4 semanas sobre el equilibrio estático y dinámico en atletas de instituto con	Grupo experimental: 11 participantes. Grupo control: 11 participantes.	Ensayo controlado aleatorio.	Grupo experimental: realizar círculos en sentido horario y antihorario con el tobillo inestable sobre BAPS (5x40´´), 3 veces a la semana y durante 4 semanas.	Mejoría significativa en el equilibrio estático y dinámico del grupo experimental

	antecedentes de esguince de tobillo.			Grupo control: no realiza rehabilitación, pero no se le restringe la actividad normal.	
<i>Smith et al.</i> ²⁸	Determinar los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza durante 6 semanas sobre la propiocepción (force sense) y el desarrollo de fuerza en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.	Grupo experimental: 20 participantes. Grupo control: 20 participantes.	Ensayo controlado aleatorio.	Grupo experimental: combinación de ejercicios con Thera-band y Multiaxial ankle Exerciser, 3 veces a la semana durante 6 semanas. Grupo control: no participa en la rehabilitación, pero continúan con su actividad normal.	Aumento de la fuerza muscular. Los resultados sobre la mejoría en propiocepción (force sense) no son concluyentes.
<i>Taylor et al.</i> ²⁹	Analizar la efectividad de los programas actuales de prevención de lesiones en la extremidad inferior en jugadores de baloncesto, centrándose en las tasas de: lesiones generales del miembro inferior, esguinces de tobillo y desgarros de ligamento cruzado anterior.	10 estudios.	Revisión sistemática.	Los estudios se clasificaron en 3 grupos: lesiones generales de la extremidad inferior, esguinces de tobillo y lesiones del ligamento cruzado anterior.	Los programas de prevención actuales pueden reducir el riesgo de lesiones generales de la extremidad inferior y de esguinces de tobillo, pero no disminuyen la incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior.
<i>Riva et al.</i> ²⁰	Evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento propioceptivo basado en la inestabilidad de	55 participantes.	Estudio prospectivo de 6 años.	Primer bienio: ejercicios propioceptivos clásicos. Segundo bienio: estaciones	Reducción estadísticamente significativa de la incidencia de esguinces de tobillo y

	alta frecuencia, para reducir los esguinces de tobillo, los esguinces de rodilla y el dolor lumbar.			propioceptivas electrónicas (cuantificable e interactivo). Tercer bienio: aumenta el volumen y la intensidad de los ejercicios, pero las sesiones son más cortas.	de dolor lumbar. La reducción de la incidencia de esguinces de rodilla no fue significativa. El programa de entrenamiento propioceptivo del tercer bienio parece ser el más efectivo.
<i>Hall et al.</i> ³⁰	Comparar los efectos de un protocolo de entrenamiento con bandas resistentes con un protocolo de facilitación propioceptiva sobre la fuerza, el equilibrio dinámico, movilidad funcional y la percepción de inestabilidad en sujetos con inestabilidad crónica de tobillo.	39 participantes.	Ensayo controlado aleatorio.	Grupo de rehabilitación con bandas: siguen un protocolo progresivo de entrenamiento con bandas resistentes, 3 días a la semana durante 6 semanas. Grupo de facilitación propioceptiva: realizan diagonales con resistencia manual, 3 veces a la semana durante 6 semanas. Grupo control: no participa en la rehabilitación, pero pueden hacer actividad normal.	Ambos protocolos son efectivos en cuanto a la mejora de fuerza y percepción de inestabilidad. Sin embargo, los efectos respecto a la movilidad funcional y al equilibrio estático son limitados.
<i>Ben Mousa Zouita et al.</i> ²¹	Investigar los efectos de ejercicios propioceptivos durante 8 semanas sobre la fuerza isocinética y el equilibrio postural en atletas con esguince de tobillo.	Grupo experimental: 8 sujetos con síntomas de esguince de tobillo. Grupo control: 8 sujetos sin lesión.	Ensayo controlado.	Grupo experimental: realizan los ejercicios durante 20-30', 3 veces a la semana durante 8 semanas.	Aumento significativo de la fuerza máxima, disminución en los tiempos de reacción de los flexores plantares, y mejora de la estabilidad de la extremidad lesionada.

					En la extremidad sana las mejoras no fueron estadísticamente significativas.
<i>Gioftsidou et al.</i> ³¹	Investigar la efectividad de un programa de entrenamiento de equilibrio en jugadores de balonmano, con el objetivo de mejorar la capacidad propioceptiva.	Grupo experimental: 15 sujetos. Grupo control: 15 sujetos.	Ensayo controlado aleatorio.	Grupo experimental: entrenamiento de equilibrio de 20', 3 veces a la semana durante 12 semanas. Grupo control: no realizan la intervención.	Mejora del control postural y aumenta la capacidad propioceptiva de los jugadores de balonmano.
<i>De Vries et al.</i> ³²	Comparar diferentes tratamientos, conservadores o quirúrgicos, para la inestabilidad lateral crónica del tobillo.	10 ensayos controlados (388 sujetos).	Revisión sistemática.	4 estudios se centran en el tratamiento conservador. 4 estudios tratan sobre procedimientos quirúrgicos. 2 ensayos compararon la movilidad funcional con la inmovilización tras cirugía.	El entrenamiento neuromuscular fue la base del tratamiento conservador. Más lesiones nerviosas tras tenodesis que tras reconstrucción anatómica. Tiempo de cirugía más corto con técnica de re inserción que con método de imbricación. La movilización temprana lleva a un regreso más rápido al trabajo y a la actividad deportiva.
<i>Mohammadi et al.</i> ³³	Examinar los efectos de un entrenamiento de fuerza durante 6 semanas sobre el	Grupo experimental: 15 sujetos.	Ensayo controlado.	Grupo experimental: 30' de ejercicios de fuerza, 3 veces a la semana durante 6 semanas.	Se consiguió un aumento significativo en el equilibrio dinámico y estático.

	equilibrio estático y dinámico en atletas jóvenes.	Grupo control: 15 sujetos.			
<i>Manosalva et al.</i> ³⁴	Analizar el efecto a corto plazo del entrenamiento neuromuscular sobre el balance dinámico y la activación muscular de tobillo en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.	5 sujetos.	Diseño cuasiexperimental.	10 sesiones de entrenamiento neuromuscular durante 3 semanas con cargas de trabajo para la resistencia y fuerza muscular de la musculatura de tobillo, y entrenamiento funcional.	El entrenamiento neuromuscular en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo mejora la percepción de inestabilidad, permitiendo un mejor balance dinámico en el alcance y en la excursión mediolateral durante el Test de Balance de Excursión de la Estrella, pero sin cambios en el patrón de activación muscular de tobillo durante un aterrizaje.

12.2 ANEXO II: CUESTIONARIO DE DATOS PERSONALES

CUESTIONARIO DE DATOS PERSONALES

Influencia de la fatiga neuromuscular en la eficacia del trabajo propioceptivo

Nombre y apellidos:

Edad:

Altura:

Peso:

Posición de juego:

Lesiones previas:

Señalar el grupo asignado:

1

2

3

12.3 ANEXO III: EJERCICIOS DEL PROGRAMA

Tabla III: Ejercicios del programa.

SEMANA 1-2 (Total: 18 minutos)

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN	IMAGEN
SLS	Mantener la posición sobre apoyo unipodal	4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.	
Saltos	Realizar saltos verticales y laterales.	4x30 segundos (2 verticales y 2 horizontales). 15 segundos entre repeticiones.	 

<p>Sentadilla</p>	<p>Realizar sentadillas con apoyo bipodal sobre bossu.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Hemicilindro</p>	<p>Mantener el equilibrio en apoyo unipodal sobre tabla hemcilíndrica haciendo movimientos anteroposteriores y medial-laterales.</p>	<p>4x30 segundos (2 anteroposteriores y 2 medial-laterales). 15 segundos entre repeticiones.</p>	 

<p>Pasos</p>	<p>Dar pasos rápidos alternando pies en sentido antero-posterior a una línea o escalera en el suelo.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Zancada</p>	<p>Realizar zancadas frontales sobre bossu.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

SEMANA 3-4 (Total: 20 minutos)

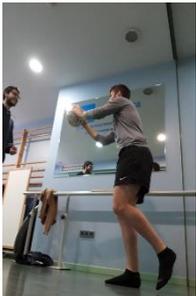
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN	IMAGEN
SLS2	Mantener la posición sobre apoyo unipodal con perturbaciones externas (leves empujes)	4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.	
Saltos 2	Saltos frontales y laterales sobre cajones.	4x30 segundos (con cada pie una vez saltos frontales y otra saltos laterales). 15 segundos entre repeticiones.	  

<p>Sentadilla 2</p>	<p>Realizar sentadillas son apoyo bipodal sobre bossu con los ojos cerrados.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Hemicilindro 2</p>	<p>Mantener el equilibrio en apoyo unipodal sobre tabla hemcilíndrica haciendo movimientos anteroposteriores y medial-laterales con ojos cerrados.</p>	<p>4x30 segundos (con cada pie una vez en sentido anteroposterior y otra en sentido medial-lateral) 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Pasos 2</p>	<p>Dar pasos rápidos alternando pies en sentido medial-lateral a una línea o escalera en el suelo.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Zancada 2</p>	<p>Realizar zancadas laterales sobre bossu</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Saltos bossu</p>	<p>Saltos frontales desde un bossu a otro bossu.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
---------------------	--	---	---

SEMANA 5-6 (Total: 19 minutos)

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN	IMAGEN
<p>SLS 3</p>	<p>Mantener la posición sobre apoyo unipodal realizando pases a la mano con un balón normal.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Saltos 3</p>	<p>Saltos alternando las piernas desde una posición de lunge con apoyo del pie adelantado sobre bossu.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Sentadilla 3</p>	<p>Realizar sentadillas con apoyo bipodal sobre bossu y devolviendo un pase de balón con el pie entre las sentadillas (al llegar arriba).</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Semiesfera 3</p>	<p>Mantener el equilibrio en apoyo unipodal sobre tabla hemisférica.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Pasos 3</p>	<p>Semana 5: Dar pasos rápidos alternando pies en sentido antero-posterior sobre bossu.</p> <p>Semana 6: Dar pasos rápidos alternando pies en sentido antero-posterior sobre bossu con lastre de 2 kilogramos en los tobillos.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Zancada 3</p>	<p>Realizar zancadas frontales sobre bossu desde otro bossu.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

Saltos bossu 2	Saltos laterales desde un bossu a otro bossu.	2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.	
----------------	---	---	---

SEMANA 7-8 (Total: 20 minutos)

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN	IMAGEN
SLS 4	Mantener la posición sobre apoyo unipodal realizando pases a la mano con un balón grande.	4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.	

<p>Salto 4</p>	<p>Salto frontal y lateral sobre cajones desde un bossu.</p>	<p>4x30 segundos (con cada pie una vez salto frontal y otro salto lateral). 15 segundos entre repeticiones.</p>	
----------------	--	---	--

<p>Sentadilla 4</p>	<p>Realizar sentadillas con apoyo bipodal sobre bossu con los ojos cerrados y perturbaciones externas.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Semiesfera 4</p>	<p>Mantener el equilibrio en apoyo unipodal sobre tabla hemisférica con ojos cerrados.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Pasos 4</p>	<p>Semana 7: Dar pasos rápidos alternando pies en sentido medial-lateral sobre bossu.</p> <p>Semana 8: Dar pasos rápidos alternando pies en sentido medial-lateral con lastre de 2 kilogramos en los tobillos.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Zancada 4</p>	<p>Realizar zancadas laterales sobre bossu desde otro bossu.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Saltos bossu 3</p>	<p>Saltos frontales desde una altura de 30 cm a bossu.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
-----------------------	--	---	---

SEMANA 9-10-11-12 (Total semana 9-10: 22 minutos. Total semana 11-12: 23 minutos)

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN	IMAGEN
<p>SLS 5</p>	<p>Mantener la posición sobre apoyo unipodal realizando pases a la mano con un balón medicinal.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Salto 5</p>	<p>Salto unipodales frontales desde 30 cm a bossu.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Sentadilla 5</p>	<p>Realizar sentadillas con apoyo unipodal sobre bossu.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Dinair y cama elástica 5</p>	<p>Semana 9-10: mantener equilibrio en apoyo unipodal sobre dinair. Semana 11-12: realizar saltos estáticos unipodales sobre cama elástica (trampolín).</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	 

<p>Pasos 5</p>	<p>Semana 9-10: Dar pasos rápidos alternando pies en sentido antero-posterior sobre bossu con pases de balón a la mano.</p> <p>Semana 11-12: Dar pasos rápidos alternando pies en sentido medial-lateral sobre bossu con pases de balón a la mano.</p>	<p>2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p>	
<p>Zancada 5</p>	<p>Semana 9-10: Realizar zancadas frontales sobre bossu desde otro bossu y aguantar 5 segundos con los ojos cerrados.</p> <p>Semana 11-12: Realizar zancadas laterales sobre bossu desde otro bossu y aguantar 5 segundos con los ojos cerrados.</p>	<p>4x30 segundos (2 con cada pie). 15 segundos entre repeticiones.</p>	

<p>Saltos bossu 4</p>	<p>Semana 9-10: saltos laterales desde 30 cm a bossu.</p> <p>Semana 11-12: saltos frontales y laterales desde 50 cm a bossu.</p>	<p>Semana 9-10: 2x30 segundos. 15 segundos entre repeticiones.</p> <p>Semana 11-12: 4x30 segundos (2 veces saltos frontales y 2 laterales). 15 segundos entre repeticiones.</p>	
-----------------------	--	---	---

12.4 ANEXO IV: AUTORIZACIÓN CEIC

CARTA DE PRESENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN A LA RED DE COMITÉS DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE GALICIA

D/Dña.:

Con teléfono de contacto: _____ y correo-e: _____

Dirección postal: _____

SOLICITA la evaluación de:

- Protocolo nuevo de investigación
 Respuesta a las aclaraciones solicitadas por el Comité
 Modificación o Ampliación a otros centros de un estudio ya aprobado por el Comité

DEL ESTUDIO:

Título:

Investigador/a Principal:

Promotor:

MARCAR si procede que confirma que cumple los requisitos para la exención de tasas según el art. 57 de la Ley 16/2008, de 23 de diciembre, de presupuestos generales de la Comunidad Autónoma de Galicia para el 2009. DOG de 31 de diciembre de 2008).

Código de protocolo:

Versión de protocolo:

Tipo de estudio:

- Ensayo clínico con medicamentos
CEIC de Referencia:
 Investigaciones clínicas con productos sanitarios
 EPA-SP (estudio post-autorización con medicamentos seguimiento prospectivo)
 Otros estudios no incluidos en las categorías anteriores

Investigador/es:

Centro/s:

Adjunto se envía la documentación necesaria en base a los requisitos que figuran en la web de la Red Gallega de CEIs, y me comprometo a tener disponibles para los participantes los documentos de consentimiento aprobados en gallego y en castellano.

En _____, a _____ de _____ de _____

Fdo.:

12.5 ANEXO V: HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

TÍTULO DEL ESTUDIO: *Influencia de la fatiga neuromuscular en la eficacia del trabajo propioceptivo.*

Este documento tiene por objeto ofrecerle información sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética.

Si decide participar en el mismo, debe recibir información personalizada del investigador, leer antes este documento y hacer todas las preguntas que precise para comprender los detalles sobre el mismo. Si así lo desea, puede llevar el documento, consultarlo con otras personas, y tomar el tiempo necesario para decidir si participar o no.

La participación en este estudio es completamente voluntaria. Vd. puede decidir no participar o, si acepta hacerlo, cambiar de parecer retirando el consentimiento en cualquier momento sin obligación de dar explicaciones.

¿Cuál es el propósito del estudio?

El objetivo del estudio es determinar la eficacia de un programa preventivo de propiocepción bajo una situación de fatiga neuromuscular en comparación con la realización del mismo programa sin fatiga neuromuscular.

¿En qué consiste mi participación?

En la primera reunión se comprobará que cumple los criterios de inclusión/exclusión, tras lo que, deberá firmar el consentimiento informado para poder participar. A continuación, deberá rellenar un cuestionario con datos personales y realizaremos una serie de test.

Tras esta primera reunión, según el grupo al que haya sido asignado deberá realizar el programa establecido.

Para finalizar, realizaremos dos evaluaciones más (los mismos test de la primera evaluación): justo al acabar las 12 semanas del programa preventivo y al rematar la temporada.

¿Qué riesgos o inconvenientes tiene?

No existen riesgos potenciales por la realización del estudio.

¿Obtendré algún beneficio por participar?

No habrá compensaciones económicas por participar en el estudio.

¿Se publicarán los resultados de este estudio?

Los resultados de este estudio serán remitidos a publicaciones o a congresos científicos para su difusión, pero no se transmitirá ningún dato que pueda llevar a la identificación de los participantes.

¿Cómo se protegerá la confidencialidad de mis datos y muestras?

El tratamiento, comunicación y cesión de sus datos se hará conforme a lo dispuesto por la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal.

¿Existen intereses económicos en este estudio?

No hay retribuciones económicas ni para el equipo investigador ni para los participantes.

Muchas gracias por su colaboración.

12.6 ANEXO VI: CONSENTIMIENTO INFORMADO

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO: Influencia de la fatiga neuromuscular en la eficacia del trabajo propioceptivo.

Yo,

- *He leído la hoja de información al participante del estudio arriba mencionado que se me entregó, y considero haber recibido información suficiente.*
- *Comprendo que mi participación es voluntaria, y que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones.*
- *Accedo a que se utilicen mis datos y muestras en las condiciones detalladas en la hoja de información al participante.*
- *Presto libremente mi conformidad para participar en este estudio.*

Fdo.: El participante,

Fdo.:El/la investigador/a,

Nombre y apellidos:

Nombre y apellidos:

Fecha:

Fecha:

