

**UNIVERSIDAD TECNOCAMPUS**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**TRABAJO FIN DE GRADO FISIOTERAPIA**



Centre adscrit a:



***EFICACIA DEL ENTRENAMIENTO DE LA  
MUSCULATURA DEL FOOT CORE EN LA  
PREVENCIÓN DE LESIONES DE RODILLA  
EN JUGADORES DE FUTBOL***

**AUTOR:** ROGER MORERA CASALS

**TUTORA:** MONTSERRAT PUJOL MARZO

**TECNOCAMPUS – CURSO ACADÉMICO 2021 - 2022**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS:

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
1.1. EL PIE:	5
1.2. FOOT CORE:	6
1.3. LESIONES DE RODILLA:	8
1.4. LESIONES EN EL FÚTBOL:	9
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO</b>	<b>10</b>
<b>3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>10</b>
4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	10
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	11
4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO	12
4.4. VARIABLES DE ESTUDIO Y PROCEDIMIENTOS	12
4.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	15
4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
4.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	23
<b>5. CRONOGRAMA</b>	<b>23</b>
<b>6. PRESUPUESTO</b>	<b>23</b>
<b>7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA</b>	<b>24</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>25</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>27</b>

# ***ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS:***

---

## ***TABLAS:***

Tabla 1: Resumen de las múltiples lesiones de rodilla de las 7769 lesiones diagnosticadas: _	9
Tabla 2: Resumen de las variables del estudio. _____	13
Tabla 3: Resumen de la intervención _____	17
Tabla 4: Variables de estudio _____	22
Tabla 5: Resumen de los diferentes estudios y la relación entre la pronación del pie con las lesiones por sobreuso de la extremidad inferior. _____	27
Tabla 6: Resumen de la incidencia de lesiones en los jugadores de futbol durante una temporada. _____	28
Tabla 7: Presupuesto Recursos Humanos _____	31
Tabla 8: Presupuesto Recursos Materiales _____	31

## ***FIGURAS:***

Figura 1: Músculos intrínsecos de pie en divididos en las 4 capas plantares junto a los músculos dorsales: _____	5
Figura 2: Esquema de los 3 subsistemas que componen el concepto de Foot Core. _____	7
Figura 3: Diseño del estudio _____	11
Figura 4: Side Hop Test _____	14
Figura 5: Marca en la tuberosidad del navicular. _____	15
Figura 6: Cronograma de las Fases del Trabajo _____	30
Figura 7: Hoja de información para los participantes y de Consentimiento informado. _____	32

**ABREVIATURAS:** Navicular Drop Test (NDT), Análisis multivariado de la varianza (MANOVA).

## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE**

**INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN:** El pie es un sistema complejo de suma importancia para proveernos una base de sustentación y propulsarnos durante la marcha. Además, juega un papel importante en la práctica deportiva dado su implicación en todo el sistema corporal. En el pie encontramos un sistema de estructuras que dan estabilidad y control al arco plantar, denominado *Foot Core*. Este sistema a su vez está conformado por las estructuras pasivas, por los músculos intrínsecos y extrínsecos y por todo es sistema neural del pie. Todo este sistema, está directamente relacionado con la funcionalidad del pie y su estabilidad, y las implicaciones que tiene esto en su articulación más próxima, la rodilla. La rodilla es una articulación muy propensa a sufrir lesiones, y más cuando se practica un deporte, especialmente en deportes colectivos como el fútbol. Una lesión en un deportista de fútbol, puede entorpecer mucho su carrera, e incluso acabar con ella. Por eso, este proyecto busca aportar nueva información en cuanto al trabajo de la musculatura involucrada en el *Foot Core*, para mejorar el conocimiento actual sobre la prevención de lesiones y sus programas de entrenamiento.

**OBJETIVOS:** El objetivo principal de este proyecto es estudiar si el trabajo de control y potenciación de la musculatura relacionada con el *Foot Core* disminuye la incidencia de lesiones y la tipología de las mismas en jugadores de fútbol 11 profesional.

**METODOLOGÍA:** Se realizará un ensayo clínico controlado aleatorizado simple ciego, en deportistas profesionales de fútbol 11 de Catalunya, donde se les asignará a la mitad de los participantes, un grupo control o un grupo intervención el cual recibirá 2 sesiones semanales de 15 minutos durante 15 semanas, de entrenamiento de la musculatura relacionada con el *Foot Core*. Se estudiará la incidencia de lesiones y la tipología de las mismas durante la temporada anterior al estudio y la temporada donde se realizará el estudio, y se evaluarán las variables: funcionalidad dinámica del pie mediante el *Side Hop Test*, y la caída del arco medial longitudinal del pie mediante el *Navicular Drop Test*. Estas dos últimas variables se medirán al inicio y final de la intervención y se usarán los datos extraídos para el análisis estadístico.

**IMPACTO ESPERADO:** Se espera encontrar que el entrenamiento de la musculatura del *foot core* mejore la funcionalidad dinámica del pie, reduzca la caída del navicular y reduzca significativamente la incidencia de lesiones en la articulación de la rodilla y la tipología de las mismas.

**PALABRAS CLAVE:** *Foot core, lesiones de rodilla, prevención de lesiones, Navicular Drop Test, Side Hop Test, incidencia de lesiones en fútbol.*

## **ABSTRACT AND KEY WORDS:**

**INTRODUCTION AND JUSTIFICATION:** Foot are a greatly importance complex system which provide us support base and propulsion during the walk. In addition, it plays an important role in sports practice due to its involvement in the whole body system. In the foot we find a system of structures that give stability and control to the plantar arch, called Foot Core. This system in turn is made up of passive structures, intrinsic and extrinsic muscles and the entire neural system of the foot. All this system is directly related to the functionality of the foot and its stability, and the implications that this has on its closest joint, the knee. The knee is a joint very prone to suffer injuries, and more when practicing a sport, especially in team sports such as soccer. An injury in a soccer athlete, can greatly hinder his career, and even end it. Therefore, this project seeks to provide new information regarding the work of the muscles involved in the Foot Core, to improve the current knowledge on injury prevention and training programs.

**OBJECTIVES:** The main objective of this project is to study if the work of control and strengthening of the muscles related to the Foot Core decreases the incidence of injuries and their typology in professional 11-a-side soccer players.

**METHODOLOGY:** A single-blind randomized controlled clinical trial will be carried out in professional 11-a-side soccer players from Catalonia, where half of the participants will be assigned to a control group or an intervention group which will receive 2 weekly sessions of 15 minutes during 15 weeks of training of the muscles related to the Foot Core. The incidence of injuries and their typology during the season prior to the study and the season where the study will be carried out will be studied, and the following variables will be evaluated: dynamic functionality of the foot by means of the Side Hop Test, and the drop of the longitudinal medial arch of the foot by means of the Navicular Drop Test. These last two variables will be measured at the beginning and end of the intervention and the data extracted will be used for statistical analysis.

**EXPECTED IMPACT:** It is expected to find that training of the foot core musculature will improve the dynamic functionality of the foot, reduce navicular drop and significantly reduce the incidence of knee joint injuries and the typology of injuries.

**KEYWORDS:** *Foot core, knee injuries, injury prevention, Navicular Drop Test, Side Hop Test, incidence of soccer injuries.*

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1.EL PIE:

El pie es un sistema complejo de estructuras pasivas, activas y neurales, con muchos grados de libertad, implicado en diferentes actividades deportivas (1).

El pie humano está diseñado para proveer una base de sustentación y estabilizarnos cuando estamos de pie. Además, tiene la capacidad de almacenar energía elástica que recibe en el momento de carga en cada paso, para posteriormente proyectar-la y movernos. Esto se da gracias a la deformación del arco plantar, el cual está controlado principalmente por los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie (2).

Los músculos extrínsecos del pie son principalmente músculos diseñados para generar los movimientos principales del pie, y se originan en la zona baja de la pierna.

La musculatura intrínseca del pie está formada por músculos con un área de sección transversal más pequeña y con brazos de momento más corto. Por esta razón, actúan como estabilizadores de los diferentes segmentos en los que actúan, indispensables para que luego se puedan generar grandes momentos de fuerza (2).

Los músculos intrínsecos del pie se diferencian en 4 capas. Los músculos situados en las 2 primeras capas se alinean con los arcos longitudinales lateral y medial del pie, y las dos capas más profundas se configuran mejor con los arcos transversales anterior y posterior del pie (2).

**Figura 1: Músculos intrínsecos de pie en divididos en las 4 capas plantares junto a los músculos dorsales:**



*Extraída de: McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function (2).*

En estas capas encontramos los siguientes músculos del pie, representados en la Figura 1: 1) abductor del dedo gordo, 2) flexor corto de los dedos, 3) abductor del quinto dedo, 4) el cuadrado plantar, 5) lumbricales, 6) flexor del quinto dedo, 7) a) aductor oblicuo del dedo gordo y b) cabeza transversal, 8) flexor corto del dedo gordo, 9) interóseos plantares, 10) interóseos dorsales y 11) extensor corto de los dedos.

## 1.2.FOOT CORE:

El conjunto de estructuras que dan estabilidad y control al arco plantar se las denomina como *foot core*. Este concepto se inspira en la musculatura estabilizadora de tronco, también conocida como CORE, refiriéndose a núcleo o centro.

El foot core se puede dividir en 3 subsistemas representados en la Figura 2: el subsistema pasivo, el subsistema activo y el subsistema neural.

El subsistema pasivo consiste de los ligamentos, huesos y cápsulas articulares que mantienen los arcos plantares.

El subsistema activo consiste de los músculos y tendones que se insertan en el pie. Los estabilizadores locales del pie son los propios músculos intrínsecos (principalmente los plantares), y los que generan los principales movimientos son los músculos extrínsecos del pie. Como la función principal de este subsistema es generar fuerza y dar estabilidad a las articulaciones involucradas, su capacidad de generar fuerza es de suma importancia, y esta vendrá determinada por la estructura (hipertrofia) y la capacidad de reclutamiento de esa musculatura.

Por último, el subsistema neural hace referencia al conjunto de receptores sensoriales localizados en todas las estructuras nombradas anteriormente, que son esenciales para la estabilidad y el balance del pie (2).

Por su anatomía y biomecánica, los músculos intrínsecos del pie carecen de ventajas mecánicas para producir grandes movimientos articulares. Más bien, sus posiciones anatómicas y alineaciones sugieren que están posicionados ventajosamente para proporcionar información sensorial inmediata, a través de su estiramiento, sobre los cambios en la postura del arco del pie.

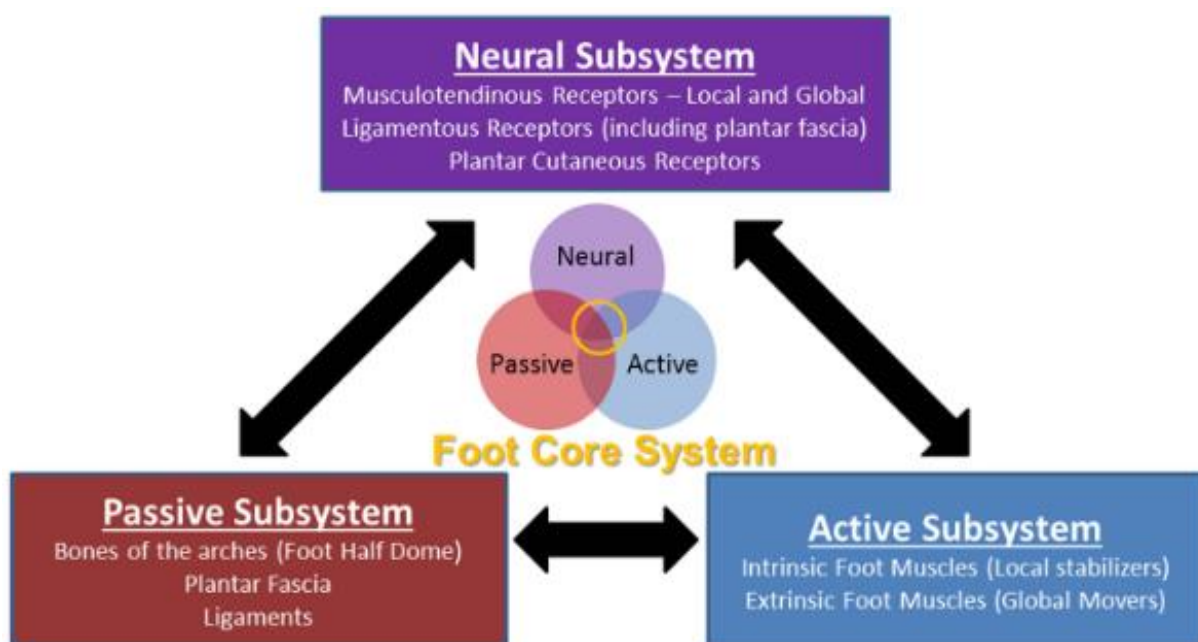
A diferencia de los receptores sensoriales del subsistema pasivo, estos sensores pueden modificarse mediante el entrenamiento para alterar su sensibilidad a la deformación del arco plantar (3).

En un estudio de Headlee DL et al., tras la fatiga de los músculos intrínsecos del pie mediante contracciones aisladas repetitivas de la flexión de la articulación metatarsal-falángica, la caída del navicular durante la bipedestación aumentó significativamente en participantes sanos (4). Los autores

concluyeron que las contribuciones motoras de estos músculos provocaron el cambio de la postura del pie, pero que esto podría estar más asociado a un cambio en la información sensorial.

Se ha demostrado que la fatiga muscular provocada por las contracciones repetitivas disminuye el sentido de la posición articular en otras zonas de la extremidad inferior (5). Esto puede indicar que los músculos no sólo proporcionan un apoyo directo relevante al subsistema pasivo a través de la contracción muscular, sino que también pueden proporcionar información sensorial relevante sobre la postura del arco del pie de forma similar a los músculos del CORE del tronco en relación con la postura del tronco (6).

**Figura 2: Esquema de los 3 subsistemas que componen el concepto de Foot Core.**



*Extraída de: McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function (2).*

Para medir estas variaciones en el arco plantar y la postura del pie, existen diferentes test tanto estáticos como dinámicos.

Para la valoración de la caída del arco plantar se suele utilizar el test del drop navicular. Este test consiste en medir la diferencia de altura del navicular pasando de una posición neutra del pie sin carga, a la misma posición con carga. Unos valores sanos en este test se aproximan a los 8mm (7), variando en diferentes estudios. Por otra parte, la caída del navicular o *Navicular Drop Test* (NDT) está asociada al tamaño del pie, aumentando aproximadamente 0,4mm la caída cada 10mms de aumento en el tamaño del pie(8).



Para evaluar la estabilidad dinámica del pie existen diferentes test validados, pero en este estudio se utilizará el *Side Hop Test*, el cual mide la funcionalidad y estabilidad del pie mediante saltos laterales de 30cm a 1 pierna. Una repetición se cuenta cuando la persona salta y vuelve al punto de inicio. Con los resultados obtenidos de la media de 3 intentos de podrá utilizar para el análisis estadístico (9).

### **1.3.LESIONES DE RODILLA:**

Las lesiones que se producen en la articulación de la rodilla están directamente relacionadas con sus articulaciones más proximales como la cadera o las articulaciones del tobillo y pie.

En relación con la rodilla se pueden dar muchas lesiones de diferente carácter, tanto lesiones de estructuras pasivas como ligamentos, capsulas, meniscos..., o de estructuras activas, como pueden ser los músculos con una inserción próxima: isquiotibiales, cuádriceps, aductores, etc.

En un estudio de 10 años de M. Majewski et al., clasifico 7769 lesiones de rodilla de deportistas que pasaron por su clínica (Tabla 1). El 68,1% de sus pacientes fueron hombres, el 31,6% mujeres y el 0,3 fueron genero ambiguo. Podemos observar la gran variedad de lesiones que podemos encontrar en la rodilla, y que están relacionadas con diferentes causas.

Una de las posibles causas de lesiones de rodilla es la falta de control del arco longitudinal medial del pie, que se da gracias a la musculatura intrínseca propia del pie, entre otros factores. Un arco inestable y débil se asocia a una pronación excesiva del pie, lo que altera la mecánica de propulsión, aumenta las estructuras de soporte y cambia la distribución de cargas del pie (10).

Se ha propuesto que una inestabilidad resultante del antepié causa una disfunción de la primera articulación metatarsofalángica a través de una restricción funcional, produciendo una fase de propulsión ineficaz, que a su vez causa un patrón de marcha compensatorio que incluyen una inversión prolongada, una inestabilidad propulsiva, perturbaciones posturales y disfunción del complejo lumbo-pélvico (10).

Por otro lado, la pronación excesiva también se asocia a síndromes de estrés tibial medial, síndrome de dolor patelofemoral y la lesión del ligamento cruzado anterior (10). En la Tabla 55 se puede observar esta relación de pronación excesiva del pie con las lesiones por sobreuso de la extremidad inferior.

El mecanismo de lesión propuesto se basa en que la pronación excesiva del pie va acompañada de una rotación interna de la tibia. Esto produce que siempre que se dé una situación de pronación excesiva del pie, se dará a su vez una rotación interna de rodilla excesiva, desplazando la rótula lateralmente, aumentando la presión del compartimento lateral de la rodilla (10).

Por eso, diferentes autores que han estudiado el arco plantar de forma estática, han relacionado un pie con arco plantar bajo con el desarrollo de numerosas patologías del miembro inferior (11–13).

Aun así, las investigaciones prospectivas de la relación entre la función dinámica del pie y las lesiones atribuidas a la pronación excesiva del pie, demuestran una evidencia limitada.

Por ende, aunque entendiendo que la pronación excesiva del pie viene producida por la inestabilidad del arco plantar, que a su vez esta causado por la debilidad de la musculatura intrínseca del pie, no se puede establecer una relación causal con las múltiples lesiones de las extremidades inferiores.

**Tabla 1: Resumen de las múltiples lesiones de rodilla de las 7769 lesiones diagnosticadas:**

**Diagnosis within 7769 knee injuries**

	(N)	(%)
Internal knee trauma	3482	44.82
Distortion	2632	33.88
Cartilage lesion	826	10.63
Contusion	426	5.48
Dislocation	256	3.30
Fracture	74	0.95
Skin wound	51	0.66
Tendon injury	15	0.19
Muscle injury	6	0.08
No specification	1	0.01
<b>Total</b>	<b>7769</b>	<b>100</b>

*Extraído de: M. Majewski et al. / The Knee 13 (2006) 184 – 188 (14).*

#### **1.4.LESIONES EN EL FÚTBOL:**

En el futbol, los jugadores tienen un alto riesgo de tener una lesión en las extremidades inferiores, producidas por factores modificables o no modificables (15). Por eso, se realizan un gran número de investigaciones sobre lesiones propias del deporte, principalmente en las extremidades inferiores, ya que la mayoría de las lesiones del futbol se dan en estas.

En la mayoría de estudios, como se observa en la Tabla 66, se estudia la incidencia de lesiones en una temporada, ya que es el periodo de tiempo donde los jugadores están expuestos a entrenamientos y partidos. Además, se realiza una ratio lesión/horas de exposición, tanto a entrenamientos como partidos. Se observa que la incidencia de lesiones es de media 4-6 veces mayor en los partidos que en los entrenamientos. Se estima que cada hombre jugador de futbol elite pasa aproximadamente 1 lesión por año que le limita el rendimiento (16).

Hay pocos estudios que analicen el futbol femenino dado a su limitación por falta de datos y problemas metodológicos (16). Aun así, se ha reportado que la mayoría de hombres tienen una mayor incidencia

de lesiones, a excepción de la lesión de ligamento cruzado anterior, que es más frecuente en mujeres atletas (17).

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El fútbol es un deporte muy estudiado por su reconocimiento a nivel mundial. Se conocen todas las posibles lesiones y su incidencia, pero aún no se ha conseguido descubrir todos los programas preventivos que se podrían aplicar para reducir al máximo el número de estas lesiones.

En cuanto a la relación entre al trabajo de la musculatura relacionada con el *foot core* con las lesiones de rodilla no hay mucha evidencia científica actualmente que pueda dar unos resultados concluyentes.

La presente investigación surge de la necesidad de abordar esta relación que puede tener el trabajo de la musculatura relacionada con el *foot core* con las lesiones propias de la rodilla, para arrojar nueva información sobre este campo en jugadores de fútbol, lo cual podría afectar significativamente la forma de abordar la prevención y el entrenamiento en los clubs de fútbol para mejorar su rendimiento y reducir el número de lesiones. Además, esta información se podría aplicar directamente a otros deportes con condiciones relacionadas.

## 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### Hipótesis:

- Realizar un trabajo de 8 semanas sobre la musculatura relacionada con el *foot core* reducirá significativamente la incidencia de lesiones de rodilla en el fútbol, y disminuirá la caída del navicular, así como mejorará la funcionalidad dinámica del pie.

### Objetivo general:

- Investigar si el trabajo de control y potenciación de la musculatura relacionada con el *foot core* influye en la incidencia de las lesiones de rodilla y su tipología durante una temporada en jugadores de fútbol 11.

### Objetivos específicos:

- Comparar la caída del navicular pre y post intervención.
- Comparar la funcionalidad dinámica del pie pre y post intervención.
- Describir y comparar las diferentes lesiones que se producen durante una temporada de fútbol en los dos grupos.

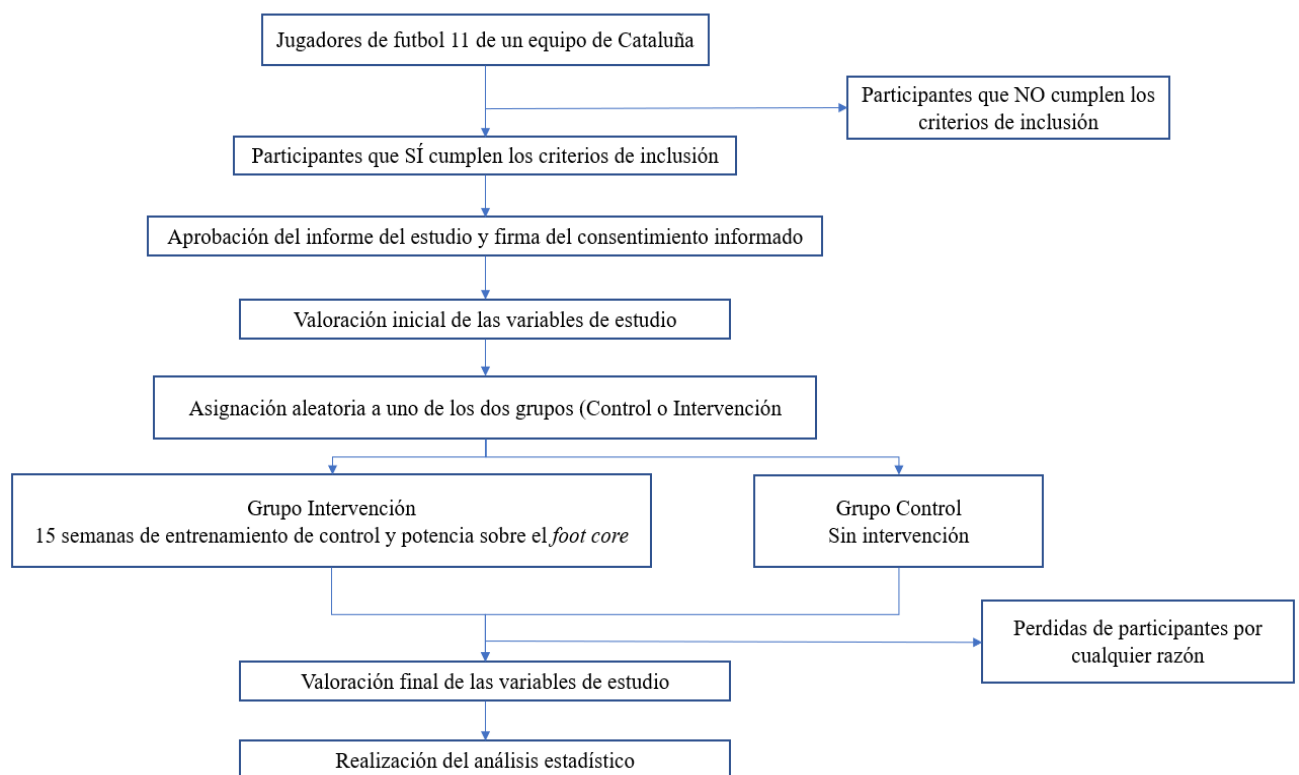
## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizará un ensayo clínico aleatorizado controlado simple ciego donde los participantes sí conocerán si reciben la intervención, pero los examinadores no conocerán si están examinando a los participantes

que realizarán o habrán realizado la intervención. Se realizará un recuento de la incidencia y tipología de las lesiones de rodilla durante una temporada de fútbol y una evaluación inicial y final de la caída del arco medial longitudinal del pie y de la funcionalidad dinámica del pie en deportistas profesionales de fútbol 11. La intervención constará de 8 semanas de intervención con 2 días de entrenamiento por semana, en las cuales se realizarán 5 ejercicios de control y potenciación de la musculatura relacionada con el *foot core*.

**Figura 3: Diseño del estudio**



## 4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Este estudio va dirigido a jugadores profesionales de fútbol 11, aunque tiene transferencia a otros deportes de características similares. Para la obtención de la muestra, se enviará un correo electrónico a los departamentos correspondientes a todos los equipos de Catalunya de primera división RFEF (tercera división). Se incluyen en esta selección el Centre d'Esports Sabadell Futbol Club, el Club Gimnàstic de Tarragona S.A.D, el Fútbol Club Barcelona B, el Unió Esportiva Costa Brava y el UD Cornellà. De estos equipos se seleccionará a todos los clubes que deseen participar en el estudio. Se realizará una reunión informativa con los responsables de los clubes para informar sobre todas las posibles cuestiones del propio estudio.

Los criterios de inclusión del estudio serán: (a) jugador de fútbol de un equipo de primera división RFEF Footters, (b) sexo masculino, (c) edad entre 18-35 años y (d) no tener una lesión actualmente en extremidades inferiores.

Si un jugador se pierde más de un 20% de las sesiones intervención, quedara automáticamente excluido del estudio.

Para el cálculo de la muestra se ha utilizado el software GRANMO. Se ha calculado un total de 37 sujetos divididos en los grupos intervención y control, aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.05 con un contraste bilateral, para detectar una diferencia igual o superior a 10 unidades con una desviación estándar común de 15. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 20%

### **4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

Los 37 participantes se dividirán dentro de sus equipos. Se le asignarán a la mitad de los participantes de ese equipo, el grupo intervención, y a la otra mitad el grupo control. Los grupos de la intervención recibirán 8 semanas de entrenamiento de la musculatura del *foot core*.

### **4.4. VARIABLES DE ESTUDIO Y PROCEDIMIENTOS**

La altura, sexo, peso y edad se recogerán el primer día de estudio en todos los participantes.

Todos los participantes realizarán dos test distintos para valorar la funcionalidad dinámica del pie y la altura del arco plantar. Los datos y los test estarán extraídos y supervisados por un mismo examinador, tanto en los test iniciales (Semana 0) como finales (Semana 8). Este mismo examinador no sabrá si los sujetos realizarán o habrán realizado la intervención.

Los participantes deberán informar a su fisioterapeuta o responsable, de cualquier lesión en la rodilla que les aparezca durante las semanas de intervención, para que este informe semanalmente a un examinador del estudio, el cual semanalmente realizará una reunión con el fisioterapeuta o responsable del equipo para hacer un recuento y seguimiento de las lesiones.

En el estudio se recogerán las siguientes variables (Tabla 2): incidencia de lesiones de rodilla en los dos grupos, tipología de las propias lesiones de rodilla, funcionalidad dinámica del pie y el navicular drop.

**Tabla 2: Resumen de las variables del estudio.**

VARIABLE A ESTUDIAR	MOMENTO DEL ESTUDIO	INSTRUMENTO / MÉTODO
Incidencia y tipología de las lesiones.	Durante las 8 semanas de intervención.	Recogida de datos mediante una reunión semanal con el fisioterapeuta del equipo.
Funcionalidad dinámica del pie.	Pre y post intervención.	<i>Side Hop Test.</i>
Altura del arco medial longitudinal.	Pre y post intervención.	<i>Navicular Drop Test</i>

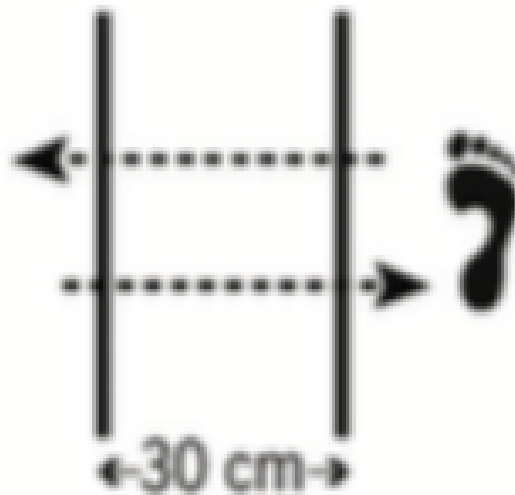
### **INCIDENCIA Y TIPOLOGIA DE LAS LESIONES:**

La incidencia de lesiones y la tipología de las mismas se evaluará mediante la información que proveerá un examinador, el cual realizará una reunión semanalmente mediante la aplicación Zoom con el fisioterapeuta o encargado de la rehabilitación de cada equipo, donde se informará de la cantidad y tipología de las lesiones de rodilla que se hayan producido esa semana. Este proceso se repetirá todas las semanas de la intervención, con la finalidad de tener un seguimiento constante de todos los equipos que participen.

### **FUNCIONALIDAD DINÁMICA DEL PIE:**

La funcionalidad del pie se puede medir mediante diferentes test validados. En este estudio se utilizará el *Side Hop Test* para evaluar la funcionalidad y estabilidad del pie (Figura 44). Para ello, los participantes deberán realizar 10 saltos laterales lo más rápido posible a una distancia de separación de 30 centímetros, la cual estará marcada en el suelo por dos líneas con cinta adhesiva. Cada vez que se realice un salto y se vuelva a la posición de inicio, se contará como 1 repetición. Los participantes podrán realizar 1 intento de prueba antes del test. Para su evaluación, deberán realizar 3 intentos, con un descanso de 60 segundos entre intento. El intento más rápido se utilizará para el análisis estadístico (18).

**Figura 4: Side Hop Test**



*Extraído de: Caffrey E, Docherty CL, Schrader J, Klossner J. The Ability of 4 Single-Limb Hopping Tests to Detect Functional Performance Deficits in Individuals With Functional Ankle Instability. J Orthop Sport Phys Ther. 2009;39(11):799-806. doi:10.2519/jospt.2009.3042 (19).*

#### **ALTURA DEL ARCO MEDIAL LONGITUDINAL:**

Para la medición de la altura del arco medial longitudinal se usa principalmente el Navicular Drop Test (NDT). Se define como el cambio en la altura del hueso navicular cuando el pie pasa de una posición subastragalina neutra sin peso a una postura relajada con peso (20).

Para la realización del test, el participante deberá sentarse en una silla con una posición de 90 grados de cadera y rodilla, y con la articulación subastragalina en posición neutral. Esta posición se consigue cuando las depresiones del astrágalo son iguales tanto en la parte medial como lateral (21). Cuando el participante este en esta posición, el examinador realizará una marca con un rotulador en la tuberosidad del navicular (Figura 5). A continuación, se colocará un papel al lado del navicular perpendicular al suelo y se realizará una marca en el mismo a la altura de la marca de la tuberosidad del navicular. Luego, se pedirá al participante que se levante apoyando el mismo peso en los dos pies. La nueva posición de la tuberosidad del navicular se volverá a marcar en el mismo papel para observar la diferencia de altura. Finalmente se medirá la distancia en milímetros con un pie de rey que se utilizará para el análisis estadístico. Este test se realizará en los dos pies por igual.

**Figura 5: Marca en la tuberosidad del navicular.**



*Extraído de: Normative values of Navicular drop test and the effect of demographic parameters - A cross sectional study Umesh Adhikari I Wannals of Biological Research (2014) 7 40-48 (20).*

#### **4.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

La intervención se realizará en el propio campo de entrenamiento del equipo supervisada por un examinador licenciado en CADF y Fisioterapia, y tendrá una duración de 15 semanas, empezando en la pretemporada del equipo si es posible. Cada semana se realizarán 2 entrenamientos de *foot core* con una duración aproximada de 15 minutos, donde se trabajarán 5 ejercicios de la musculatura del *foot core*.

Las sesiones se realizarán posteriormente al calentamiento del equipo y antes de empezar su entrenamiento. Solamente los participantes del grupo intervención realizaran los ejercicios descritos en la Tabla 3.

Los 5 ejercicios de la intervención se realizarán por orden, cumpliendo todas las series y descansos de cada ejercicio antes de pasar al siguiente. Durante la intervención, los ejercicios se realizarán descalzos, para poder tener un buen control del pie y los dedos, y con los dos pies simultáneamente para ahorrar tiempo.



En los 5 ejercicios, se seguirá una progresión durante las 15 semanas de intervención:

- Semana 1-4: Realizar los ejercicios como están descritos en la tabla y con los rangos de repeticiones y series preestablecidos. En esta fase se busca aprender la técnica de los ejercicios y familiarizarse con ellos, ya que al inicio son difíciles de realizar y controlar.
- Semana 5-8: Aumentar en todos los ejercicios de la parte principal dos repeticiones en cada serie .
- Semana 9-10: Aumentar 1 serie en todos los ejercicios de la parte principal, reduciendo 2 repeticiones por serie, volviendo al mismo número de repeticiones por serie de las semanas 1-4.
- Semana 11-12: Aumentar en todos los ejercicios de la parte principal dos repeticiones en cada serie, manteniendo las series añadidas.
- Semana 13-15: Añadiremos un goma o banda elástica en los ejercicios de flexo extensión de tobillo + dedos y en el de inversión-eversión. La goma o banda elástica se añadirá ejerciendo resistencia perpendicularmente al movimiento del ejercicio. En los otros 3 ejercicios se les añadirá 2 repeticiones más por serie.

Siguiendo una progresión como la planteada en este proyecto, conseguiremos aumentar el volumen de trabajo durante las semanas.

A continuación, se muestra una tabla resumen (Tabla 3) de la intervención de los 5 ejercicios planteados, con una explicación del ejercicio, su carga de trabajo y dos fotografías de cada ejercicio mostrando la posición inicial y final de los mismo.

Tabla 3: Resumen de la intervención

<b>5 EJERCICIOS PARA LA MUSCULATURA DEL FOOT CORE</b>	
<b>DOMING</b>	
Sentado con el pie plano en el suelo, se elevará el antepié manteniendo el talón en el suelo, y se realizará una flexión máxima de los dedos y del medio-pié. Se mantendrá esta posición durante 3 segundos y se volverá a la posición inicial.	2X8 (30 segundos de descanso entre series)
	

## SHORT FOOT EXERCICE

Sentado con el pie en el suelo, se realizará una elevación del arco longitudinal medial del pie, sin realizar flexión de los dedos ni despegar el pie del suelo. Se tiene que observar como el pie reduce su longitud y se eleva el hueso navicular.

(Mantener la posición de contracción 2 segundos)

2X8  
(30 segundos de  
descanso entre  
series)



## TOWEL CURL

Sentado con el pie en el suelo encima de una toalla fina, se realizará una flexión de los dedos y del medio-pie, tratando de arrugar la toalla al máximo.

2X8  
(30 segundo de  
descanso entre  
series)



## FLEXO-EXTENSIÓN DEL TOBILLO + DEDOS

Sentado con el pie en alto, se realizarán flexo-extensiones del tobillo de forma controlada, a un ritmo de 2s de subida y 2s de bajada. La flexión plantar se acompañará con una flexión completa de todos los dedos, y la flexión dorsal se acompañará con una extensión completa de todos los dedos.

2X8  
(30 segundos de  
descanso entre  
series)



## INVERSIÓN-EVERSIÓN

Sentado con el pie en alto, se realizará una inversión máxima del pie junto con una flexión de los dedos, seguido de una eversión máxima del pie junto a una extensión de los dedos. Mantener las posiciones finales de inversión y eversión durante 2 segundos.

2X8  
(30 segundos de  
descanso entre  
series)



## 4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Tabla 4: Variables de estudio**

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN
Incidencia de lesiones	Cuantitativa discreta nominal	Número total de lesiones en una temporada de fútbol
Tipología de las lesiones <sup>1</sup>	Cualitativa categórica	Clasificación de la lesión
Funcionalidad dinámica del pie	Cuantitativa discreta	Máximo número de saltos en el <i>Side Hop Test</i>
Altura del arco medial longitudinal	Cuantitativa continua	Diferencia en la distancia en el <i>Navicular Drop Test</i>

*Elaboración propia.*

<sup>1</sup> Las equivalencias en las tipologías de las lesiones con el número asignado, se realizará al final de la recolección de datos, donde a cada lesión se le asignará un número entero para clasificarlas y compararlas con la temporada anterior. En caso de que en la siguiente temporada surgiera una lesión diferente, se le asignaría el siguiente número al último utilizado para preservar el mismo orden.

El software que se utilizará para la realización del análisis estadístico será el SPSS Statistics Premium (Versión 28) de IBM.

Para el análisis de datos de la incidencia de lesiones y la tipología de las mismas se realizará un *One Sample Proportion Test* entre la temporada anterior y la actual. Con este test obtendremos en porcentajes las proporciones de las variables de cada temporada, para posteriormente compararlas entre ellas.

Para el análisis estadístico, utilizando las 4 variables explicadas en la Tabla 4, se realizará inicialmente una comprobación de si las variables siguen una distribución normal. En caso de que cumplan este tipo de distribución, se realizará una prueba paramétrica estadística de Análisis multivariante de varianza (MANOVA) para comparar las diferencias entre el pre y el post intervención en cada grupo (Intervención y control), y que diferencias se pueden encontrar dentro de los sujetos del grupo intervención y control en el pre y post. Con el MANOVA obtendríamos la significación de las variables (P-valor). Con este valor seremos capaces de ver la diferencia significativa estadística entre las variables estudiadas. Si todos los valores P están por debajo de 0,05, podremos asumir con certeza que todas las variables estudiadas tienen relación entre sí.

En el caso de que no tenga una distribución normal, se utilizará la prueba paramétrica Wilcoxon.

Para evaluar la correlación entre variables se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson. Con el coeficiente de Pearson podremos observar un valor entre -1 y 1, siendo 0 sin correlación existente, 1 una correlación perfecta directamente proporcionales y -1 una correlación perfecta inversamente proporcionales. Una correlación perfecta significaría que la pendiente de la recta de regresión es igual a 1, con lo cual la salida (Y) tendría una relación perfecta con la entrada (X).

Con los resultados obtendremos si hay una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, es decir, entre el grupo intervención y el control, y entre el pre y el post intervención.

#### **4.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Antes de iniciarse el estudio, todos los participantes y examinadores serán informados de las características y metodología del estudio, así como los objetivos del mismo, y tendrán el derecho de retirarse del proyecto en cualquier momento. Los participantes firmaran un consentimiento informado previamente para poder participar en el estudio (Figura 7).

Esta intervención puede tener ciertos beneficios para el grupo al que se le aplica la intervención, pero en ningún caso puede tener alguna consecuencia negativa para ninguno de los dos grupos.

Este proyecto se someterá a la evaluación en el Comité de ética de investigación clínica del Consell Català de l'Esport.

### **5. CRONOGRAMA**

En el cronograma (Figura 66) se mencionan todas las fases del trabajo, así como su temporización para realizarlas y conseguir los objetivos planeados.

### **6. PRESUPUESTO**

Para la realización de este estudio no se precisan ni recursos materiales ni humanos caros, ya que todos los procedimientos han estado pensados con el fin de ser los más económicos posibles, manteniéndose una gran calidad de los mismos. Los materiales utilizados para la evaluación de las variables son muy baratos y de fácil adquisición (rotuladores, papel, etc.). El software SPSS Statistics Premium (Versión 28), es el recurso material más caro de todo el proyecto (75€), pero es indispensable para el análisis estadístico de los datos. Por otro lado, la intervención se realizará en los propios campos de los equipos, por lo que no supondrá un coste material, pero sí un coste extra en cuanto a los recursos humanos, ya que se deberá pagar de más al examinador destinado a supervisar y realizar las intervenciones en los clubes. Todos los recursos están mencionados junto a su precio y referencia en la Tabla 7 y Tabla 8.



## 7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

La limitación principal de este proyecto es la muestra. El objetivo es hacer una intervención en jugadores profesionales de fútbol 11, pero es un objetivo difícil de conseguir. Por eso, a pesar de contactar con todos los equipos de Catalunya de primera división RFEF, existe la posibilidad de que pocos o incluso ninguno acceda a participar en el estudio. En ese caso, se debería cambiar la población objetivo del estudio para hacerla más accesible. Otra limitación directamente relacionada con esta es en cuanto a la intervención. El hecho de estar influyendo en un entrenamiento de un equipo profesional de fútbol, a pesar de que el objetivo sea prevenir lesiones en los jugadores, el tiempo disponible para hacer una sesión en la intervención es limitado, y no se pueden realizar sesiones de máxima calidad para el trabajo de la musculatura del *foot core*. Por otro lado, cabe la posibilidad de que el equipo no tenga un recuento de las lesiones de la temporada pasada. En ese caso, se hará un registro en el momento, preguntando al equipo rehabilitador las lesiones que tuvieron los jugadores en la temporada anterior, para poder compararlas luego con las de esta temporada. En cuanto al cegamiento de los participantes, no se puede realizar una intervención al grupo control la cual no pueda influir directa o indirectamente en las variables de estudio, ni se puede cegar a los participantes del grupo intervención. Por esta razón el estudio es simple ciego donde solamente los examinadores no conocerán a quien están evaluando.

Otra limitación importante está relacionada con la carga y volumen de trabajo que reciben los jugadores. No todos los participantes del mismo grupo (intervención o control) recibirán la misma carga y volumen de trabajo tanto en entrenamientos como en partidos, y esto puede ser un factor crucial en los resultados finales del estudio, porque como hemos visto con anterioridad (Tabla 6), los jugadores son más propensos a lesionarse durante los partidos, por ellos jugadores que no jueguen tantos partidos serán menos propensos a lesionarse, a pesar de que no realicen la intervención.

A pesar de las limitaciones descritas anteriormente, los resultados de este estudio podrían tener implicación en la forma de ver y programar los entrenamientos para la prevención de lesiones. El hecho de arrojar nueva información en cuanto a la eficacia que puede tener el entrenamiento del *foot core* y como este afecta a la incidencia y tipología de las lesiones, puede ser crucial en el campo de la prevención de lesiones. Se podrían añadir planes de entrenamiento de corta duración en los entrenamientos, donde se realizará un trabajo específico de la musculatura del *foot core*.

Aun así, es necesaria mucha más investigación en este ámbito, ya que las propuestas de intervención que se describen actualmente en la literatura científica son muy escasas y simples. Se necesita profundizar más en la importancia y especificidad de los ejercicios que trabajen esta musculatura y su futura implicación e implementación en el deporte.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tourillon R, Gojanovic B, Fourchet F. How to Evaluate and Improve Foot Strength in Athletes: An Update. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2019 Oct 11;1.
2. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine*. 2015 Mar;49(5):290–290.
3. Janda V VMHA et al. *Rehabilitation of the Spine: A Practitioner's Manual*. 2nd edition. Liebenson C, editor. Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
4. Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008 Jun;18(3):420–5.
5. Hiemstra LA, Lo IKY, Fowler PJ. Effect of Fatigue on Knee Proprioception: Implications for Dynamic Stabilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2001 Oct;31(10):598–605.
6. Boucher JA, Abboud J, Descarreaux M. The Influence of Acute Back Muscle Fatigue and Fatigue Recovery on Trunk Sensorimotor Control. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2012 Nov;35(9):662–8.
7. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*. 2000 Oct;35(4):403–6.
8. Nielsen RG, Rathleff MS, Simonsen OH, Langberg H. Determination of normal values for navicular drop during walking: a new model correcting for foot length and gender. *J Foot Ankle Res*. 2009 May 7;2:12.
9. Hall EA, Chomistek AK, Kingma JJ, Docherty CL. Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part I: Assessing Clinical Outcome Measures. *Journal of Athletic Training*. 2018 Jun 1;53(6):568–77.
10. Chuter VH, Janse de Jonge XAK. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: A review of the literature. *Gait & Posture*. 2012 May;36(1):7–15.
11. Barnes A, Wheat J, Milner C. Association between foot type and tibial stress injuries: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*. 2007 Jun 4;42(2):93–8.
12. Levinger P, Gilleard W. Tibia and rearfoot motion and ground reaction forces in subjects with patellofemoral pain syndrome during walking. *Gait & Posture*. 2007 Jan;25(1):2–8.
13. Tiberio D. The Effect of Excessive Subtalar Joint Pronation on Patellofemoral Mechanics: A Theoretical Model. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1987 Oct;9(4):160–5.
14. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee*. 2006 Jun;13(3):184–8.

15. Sadigursky D, Braid JA, de Lira DNL, Machado BAB, Carneiro RJF, Colavolpe PO. The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2017 Dec 28;9(1):18.
16. Junge A, Dvorak J. Soccer Injuries. *Sports Medicine*. 2004;34(13):929–38.
17. Arendt E, Dick R. Knee Injury Patterns Among Men and Women in Collegiate Basketball and Soccer. *The American Journal of Sports Medicine*. 1995 Nov 23;23(6):694–701.
18. Cain MS, Ban RJ, Chen YP, Geil MD, Goerger BM, Linens SW. Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*. 2020 Aug 1;55(8):801–10.
19. Caffrey E, Docherty CL, Schrader J, Klossner J. The Ability of 4 Single-Limb Hopping Tests to Detect Functional Performance Deficits in Individuals With Functional Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2009 Nov;39(11):799–806.
20. Umesh Adhikari1 WAGP and JOR. Normative values of Navicular drop test and the effect of demographic parameters - A cross sectional study. *Annals of Biological Research*. 2014;7:40–8.
21. Sell KE, Verity TM, Worrell TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two Measurement Techniques for Assessing Subtalar Joint Position: A Reliability Study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1994 Mar;19(3):162–7.

## 9. ANEXOS

**Tabla 5: Resumen de los diferentes estudios y la relación entre la pronación del pie con las lesiones por sobreuso de la extremidad inferior.**

Prospective studies: foot pronation and lower limb overuse injury.

Injury	Authors	Sample size	Study duration	Injury rate (n)	Measurement technique	Results
General lower limb injury	Hesar et al. [45]	131 (20 males, 111 females) Recreational runners	10 weeks start to run program	27 (5 males, 22 females), 8 bilateral	Plantar pressures barefoot	No association between excessive pronation and injury risk
Stress fractures	Hetsroni et al. [49]	473 (males) Military recruits	14 weeks military training	42 (males), 22 with 2 or more stress fractures	2-D frontal plane rearfoot motion barefoot	Excessive pronation reduced injury risk by between 11 and 47%
	Kaufman et al. [33]	449 (males) Military recruits	2 years military training	60 (males)	Plantar pressures, using dynamic arch index barefoot and shod	Excessive pronation increased risk in shod gait only
Achilles tendonopathy	Van Ginckel et al. [58]	129 (19 males, 110 females) Recreational runners	10 weeks running program	10 (2 males, 8 females), 3 bilateral (1 male, 2 females)	Plantar force patterns barefoot	No association between excessive pronation and injury risk
	Kaufman et al. [33]	449 (males) Military recruits	2 years military training	30 (males)	Plantar pressures, using dynamic arch index barefoot and shod	No association between excessive pronation and injury risk
Exercise related lower leg pain	Willems et al. [53,60]	400 (241 males, 159 females) Physical education students	26 weeks (3 consecutive 1st year physical education degree cohorts)	46 (17 males, 29 females), 29 bilateral (13 males, 16 females)	3-D lower limb kinematics, kinetics and plantar pressures barefoot and shod	Prolonged and excessive pronation associated with injury in shod and barefoot gait
Medial tibial stress syndrome	Sharma et al. [61]	468 (males) Military recruits	26 weeks military training	37 (males), 15 bilateral	Plantar pressures barefoot	Excessive pronation predicted 31.6% of MTSS injuries
Patellofemoral pain	Thijs et al. [62]	102 (13 males, 89 females) Novice runners	10 weeks running program	17 (16 females, 1 male)	Plantar pressures barefoot	No association between excessive pronation and injury risk
	Thijs et al. [63]	84 (65 males, 19 females) Infantry recruits	6 weeks military training	36 (males)	Plantar pressures barefoot	No association between excessive pronation and injury risk
Anterior knee pain	Hetsroni et al. [64]	473 (males) Military recruits	14 weeks military training	61 (males)	2-D frontal plane rearfoot motion barefoot	No association between excessive pronation and injury risk
Iliotibialband friction syndrome	Noerhen et al. [65]	400 (females) Regular runners, 20+ miles per week	2 years	18 (females)	3-D lower limb kinematics and kinetics shod	No association between excessive pronation and injury risk

*Extraído de: Chuter VH, Janse de Jonge XAK. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: A review of the literature. Gait & Posture. 2012 May;36(1):7–15 (10).*

**Tabla 6: Resumen de la incidencia de lesiones en los jugadores de futbol durante una temporada.**

Study	Country	No. of players	Skill level	Age (y)	Study period	Injuries per 1000 hours		
						match	match and training	training
<b>Male players</b>								
Arnason et al. <sup>[34]</sup>	Iceland	306	National elite, first league	16–38	1 season (May–Sep 1999)	24.6		2.1
Ekstrand et al. <sup>[35]</sup>	Sweden	1 team	Senior national team		1991–97	30.3		6.5
Hägglund et al. <sup>[36]</sup>	Sweden	310	National top division	17–38	1 season (Jan–Oct 2001)	25.9		5.2
Morgan and Oberlander <sup>[22]</sup>	US	237	Major league soccer (professional)	18–38	1 season (Mar–Oct 1996)	35.5		2.9
Peterson et al. <sup>[37]</sup>	Czech Republic	21	1st, 2nd national league	>18	1y	18.9		
		30	3rd national league			10.2		
		17	Amateur teams			21.6		
		16	Local teams			29.7		
Hawkins and Fuller <sup>[38]</sup>	UK	108	Premier, 1st, 2nd professional league		3 seasons (Nov 1994–May 1997)	25.9		3.4
Arnason et al. <sup>[23]</sup>	Iceland	84	National division league	18–34	1 season (May–Sep 1991)	34.8		5.9
Inklaar et al. <sup>[24]</sup>	The Netherlands		Non-professional	19–60	1 season (Feb–Jun 1987)			
		101	High level			21.7		
		144	Low level			11.7		
Lüthje et al. <sup>[39]</sup>	Finland	263	Highest national league	17–35	1 season (May–Oct 1993)	16.6		1.5
Poulsen et al. <sup>[40]</sup>	Denmark	19	Division 1 (high)	21–28	1986	19.8		4.1
		36	Series 3 and 5 (low)	24–30		20.7		5.7
Engström et al. <sup>[41]</sup>	Sweden	64	1st, 2nd division, semi-professional	24 (mean)	1 season	13		3
Ekstrand and Tropp <sup>[42]</sup>	Sweden	135	Division 1 (high)	17–38	1y	21.8		4.6
		180	Division 2			18.7		5.1
		180	Division 4			16.9		7.6
Ekstrand et al. <sup>[43]</sup>		144	Division 6 (low)		1980	14.6		7.5
Nielsen and Yde <sup>[25]</sup>	Denmark	34	2nd division (high)	>18	1 season	18.5		2.3
		59	Series (low)		Jan–Nov 1986	11.9		5.6

Study	Country	No. of players	Skill level	Age (y)	Study period	Injuries per 1000 hours		
						match	match and training	training
<b>Female players</b>								
Östenberg and Roos <sup>[44]</sup>	Sweden	123	Senior players, different skill level	14–39	1 season (1996)	14.3		3.7
Engström et al. <sup>[45]</sup>	Sweden	41	Premier, 2nd division	16–28	1y	24		7
<b>Youth/adolescent</b>								
Junge et al. <sup>[46]</sup>	New Zealand	145	Schoolboy	14–18	Mar–Aug 2001	16.2		3.7
Junge et al. <sup>[15]</sup>	Switzerland	46	High-level male youth	14–19	1999–2000	18.7		4.1
		47	Low-level male youth		1y	21.7		8.2
Söderman et al. <sup>[47]</sup>	Sweden	42	Female adolescent	14–15	Apr–Oct 96		5.1	
		44		15–16			7.6	
		34		16–17			9.0	
		33		17–19			5.2	
Petersen et al. <sup>[37]</sup>	Czech Republic	70	High-level male youth	14–16	1y	15.8		
		23	Low-level male youth	14–16		37.8		
		65	High-level male youth	16–18		18.9		
		22	Low-level male youth	16–18		42.5		
Inklaar et al. <sup>[24]</sup>	The Netherlands	75	Male adolescent	13–14	Feb–Jun 1987	12.8		
		78		15–16		16.1		
		79		17–18		28.3		
Schmidt-Olsen et al. <sup>[48]</sup>	Denmark	247	Male adolescent	12–13	1y		3.4	
		112		14–15			3.8	
		137		16–17			4.0	
Yde and Nielsen <sup>[49]</sup>	Denmark	152	Male adolescent	6–18	Feb–Oct 1986		5.6	
Nielsen and Yde <sup>[25]</sup>	Denmark	30	Male youth	16–18	Jan–Nov 1986	14.4		3.6
Sullivan et al. <sup>[50]</sup>	US	931	Male adolescent	7–18	Spring season (1979)		0.5	
		341	Female adolescent				1.1	

*Extraído de: Junge A, Dvorak J. Soccer Injuries. Sports Medicine. 2004;34(13):929–38 (16)*

**Figura 6: Cronograma de las Fases del Trabajo**

ETAPAS DEL PROYECTO	2022																											
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
	SEMANAS																											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b>																												
Indice de contenidos																												
Revisión Bibliografica																												
Redacción de la introducción																												
Redacción de la justificación, hipótesis y objetivos																												
<b>METODOLOGÍA</b>																												
Diseño del estudio																												
Población, muestra y asignación de los individuos en los grupos de estudio																												
Variables de estudio																												
Procedimientos																												
Descripción de la propuesta de intervención																												
Análisis estadístico																												
Consideraciones éticas																												
<b>OTROS</b>																												
Presupuesto																												
Limitaciones y prospectiva																												
REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO																												
ENTREGA INICIAL, FINAL Y DEFENSA FINAL.																												

*Elaboración propia.*

**Tabla 7: Presupuesto Recursos Humanos**

<b>PRESUPUESTO RECURSOS HUMANOS</b>			
<b>TIPO DE TRABAJADOR</b>	<b>Nº DE TRABAJADORES</b>	<b>SUELDO/H</b>	<b>SUELDO TOTAL</b>
Examinador	1	10,00 €	300,00 €
Licenciado en CAFD y Fisioterapia	1	18,00 €	540,00 €
<b>TOTAL RECURSOS HUMANOS</b>			<b>840,00 €</b>

*Elaboración Propia*

**Tabla 8: Presupuesto Recursos Materiales**

<b>PRESUPUESTO RECURSOS MATERIALES</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO/UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>REFERENCIAS</b>
Cinta adhesiva	1	2,49 €	2,49 €	Amazon - Tesa Standard Cinta Pintor
Pie de rey	1	14,99 €	14,99 €	Amazon - Micrometro inoxidable
SPSS Statistics Premium (Version 28)	1	75,00 €	75,00 €	<a href="https://www.hearne.software/SPSS-Grad-Pack-Selection-v28">https://www.hearne.software/SPSS-Grad-Pack-Selection-v28</a>
Papel + Rotulador + Silla	1	0 €	0 €	Equipo propio del equipo del proyecto
Zoom	1	0 €	0 €	<a href="https://zoom.us/download">https://zoom.us/download</a>
<b>TOTAL RECURSOS MATERIALES</b>			<b>92,48 €</b>	

*Elaboración Propia*



**Figura 7: Hoja de información para los participantes y de Consentimiento informado.**

## INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El estudiante Roger Morera Casals del grado de Fisioterapia, dirigido por Montserrat Pujol, está llevando a cabo el proyecto de investigación “Eficacia del entrenamiento de la musculatura del *foot core* en la prevención de lesiones de rodilla en jugadores de fútbol”.

El proyecto tiene como finalidad estudiar si existe una relación entre el entrenamiento de control y potenciación de la musculatura del *foot core* con la incidencia de lesiones en el fútbol. Se dividirá a los participantes en un grupo control y otro grupo intervención, donde este último recibirá una intervención de 15 semanas de entrenamiento de la musculatura del *foot core*. En el proyecto participan jugadores de los clubes de primera división RFEF. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para que participe en este proyecto de investigación donde se le asignará a uno de los dos grupos mencionados anteriormente, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión: (a) jugador de fútbol de un equipo de primera división RFEF Footers, (b) sexo masculino, (c) edad entre 18-35 años y (d) no tener una lesión actualmente en extremidades inferiores.

Esta colaboración implica participar en uno de los dos grupos y participar en las fases: 1) Valoración inicial de las variables de estudio, 2) Realizar una intervención 2 veces a la semana durante 15 semanas en el campo de entrenamiento del propio club, 3) Valoración final de las variables de estudio.

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante una hoja de datos Excel codificada según lo asignado, y únicamente el/la investigador/a principal del estudio tendrá acceso.

El fichero de datos del estudio estará bajo la responsabilidad del investigador principal, ante el cual podrá ejercer en todo momento los derechos que establece la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Todos los participantes tienen derecho a retirarse en cualquier momento de una parte o de la totalidad del estudio, sin expresión de causa o motivo y sin consecuencias. También tienen derecho a que se les clarifiquen sus posibles dudas antes de aceptar participar y a conocer los resultados de sus pruebas.

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros mediante un correo electrónico a [rmorera@edu.tecnocampus.cat](mailto:rmorera@edu.tecnocampus.cat).

## CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

Yo, [NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE], mayor de edad, con DNI [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN], actuando en nombre e interés propio,

### **DECLARO QUE:**

He recibido información sobre el proyecto: Eficacia del entrenamiento de la musculatura del foot core en la prevención de lesiones de rodilla en jugadores de futbol, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Mi colaboración en el proyecto es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme del mismo en cualquier momento, revocando el presente consentimiento, sin que esta retirada pueda influir negativamente en mi persona en sentido alguno. En caso de retirada, tengo derecho a que mis datos sean cancelados del fichero del estudio.

Así mismo, renuncio a cualquier beneficio económico, académico o de cualquier otra naturaleza que pudiera derivarse del proyecto o de sus resultados.

Por todo ello,

**DOY MI CONSENTIMIENTO A:**

1. Participar en el proyecto: Eficacia del entrenamiento de la musculatura del foot core en la prevención de lesiones de rodilla en jugadores de futbol.
2. Que Roger Morera Casals y su directora Montserrat Pujol puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).
3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En [*CIUDAD*], a [*DIA/MES/AÑO*]

[FIRMA PARTICIPANTE]  
DIRECTOR]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE]

[FIRMA DEL