

# **Propuesta de protocolo de prevención en la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol**

## **Trabajo Fin de Grado presentado por:**

García Aguinaga, Eneko

## **Dirigido por:**

Blas Pérez, Fernando

Curso: 2015/2016

Convocatoria ordinaria

Facultad de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Vitoria/Gazteiz.



## RESUMEN

Tras llevar a cabo una revisión por la diferente bibliografía de las publicaciones escritas sobre las lesiones, focalizada en la lesión de ligamento cruzado anterior de rodilla, se expone un protocolo para la prevención de dicha lesión mediante el entrenamiento en la actividad física.

Es sabido que las lesiones en el fútbol suponen una problemática, por ello los intentos de minimizar al máximo las lesiones y reducir de esta forma los días de baja a los que debe estar el deportista.

En este trabajo se realiza una revisión de cuáles son los factores por los que se puede producir la lesión del ligamento cruzado anterior y de esta forma incidir sobre ellos para poder reducir el número de lesiones.

Además, para finalizar, se expone un breve protocolo práctico de prevención para dicha lesión.

**Palabras clave:** Fútbol, lesión, prevención, ligamento cruzado anterior de la rodilla, LCA.

## ABSTRACT

After conducting a review by the different literature written publications on injuries, focused on the anterior cruciate ligament injury knee, a protocol for the prevention of such injury is exposed through training in physical activity.

It is known that injuries in soccer pose a problem, for it attempts to minimize the maximum injuries and thus reduce sick days that must be the athlete.

This paper reviews what are the factors that may occur anterior cruciate ligament injury and thus influence on them to reduce the number of injuries are performed.

In addition, finally, a brief practical protocol for that injury prevention is exposed.

**Key words:** Soccer, injury, anterior cruciate ligament, ACL, prevention.

ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	6
<b>1. INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. PROPUESTA DE PROTOCOLO DE PREVENCIÓN Y READAPTACIÓN EN LA LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN FÚTBOL .....</b>	<b>9</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	9
2.2. JUSTIFICACIÓN .....	10
2.3. LAS LESIONES EN EL FÚTBOL.....	13
2.3.1. <i>Tipo de lesión y causas</i> .....	14
2.3.2. <i>Factores de riesgo</i> .....	15
2.3.3. <i>Mecanismos de producción de las lesiones</i> .....	16
2.4. ANATOMÍA DE LA RODILLA .....	18
2.4.1. <i>Componentes de la rodilla</i> .....	18
2.4.2. <i>Ligamentos de la rodilla</i> .....	20
2.4.3. <i>Músculos de la rodilla</i> .....	21
2.5. ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) .....	22
2.5.1. <i>Incidencia lesional en el fútbol</i> .....	22
2.5.2. <i>Mecanismo lesional del LCA</i> .....	24
2.5.3. <i>Diagnóstico de la lesión</i> .....	25
2.5.4. <i>Tratamientos</i> .....	26
2.5.5. <i>Tabla resumen</i> .....	27
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>28</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
<b>5. PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA.....</b>	<b>29</b>
5.1. LEYENDA .....	30
5.2. BLOQUE 1: SIN BALÓN .....	31
5.2.1. <i>Ejercicio 1</i> .....	31
5.2.2. <i>Ejercicio 2</i> .....	32
5.2.3. <i>Ejercicio 3</i> .....	33
5.3. BLOQUE 2: CON BALÓN .....	34
5.3.1. <i>Ejercicio 1</i> .....	34
5.3.2. <i>Ejercicio 2</i> .....	35
5.3.3. <i>Ejercicio 3</i> .....	36
5.4. CRONOGRAMA .....	37
<b>6. RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>38</b>

7.	DISCUSIÓN .....	38
8.	CONCLUSIONES .....	39
9.	FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO .....	39
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
11.	ANEXOS .....	43

## Índice de tablas

TABLA 1 CONVERSIÓN DE 1000 HORAS A PARTIDOS Y ENTRENAMIENTOS .TOMADO DE SAN ROMÁN, 2009. ....	13
TABLA 2 TIPOS DE LESIONES .....	15
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS BIOMECÁNICAS DEL LCA (SAMPIETRO, 2007).....	23
TABLA 4 TABLA RESUMEN DE LA LESIÓN DEL LCA .....	27
TABLA 5 SEMANA TIPO PARA EQUIPO CON 3 ENTRENAMIENTOS/SEMANA .....	37
TABLA 6 SEMANA TIPO PARA EQUIPO CON 4 ENTRENAMIENTOS/SEMANA .....	37

## Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 TOTAL JUGADORES EN EL MUNDO SEGÚN ESTUDIO FIFA 2006 .....	10
ILUSTRACIÓN 2 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LA PRÁCTICA DEL FÚTBOL SEGÚN ESTUDIO FIFA 2006.....	11
ILUSTRACIÓN 3 COMPARACIÓN NÚMERO DE PARTICIPANTES SEGÚN ESTUDIO FIFA 2006.....	12
ILUSTRACIÓN 4 SUPERFICIES ARTICULARES DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA (VISTA ANTERIOR) Y MENISCOS (VISTA SUPERIOR). TOMADO DE (DRAKE, WAYNE, Y MITCHELL, 2005) .....	18
ILUSTRACIÓN 5 VISTA ANTERIOR DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA. TOMADO DE GÓNGORA ET AL., 2003. ....	19
ILUSTRACIÓN 6 USO ADECUADO DEL CAZADO DE FUTBOL PARA CADA SUPERFICIE. TOMADO DE II JORNADAS INTERNACIONALES DE PREVENCIÓN DE LESIONES DEPORTIVAS Y XXIII JORNADAS NACIONALES DE TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE.....	23
ILUSTRACIÓN 7 MOMENTOS DE ROTURA DEL LCA DE JESÉ RODRÍGUEZ.....	24

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a varias personas la ayuda que han depositado en mí, durante la ejecución del trabajo de fin de grado.

En primer lugar, agradecer a mi familia el apoyo y el ánimo durante la ejecución de este grado universitario, ya que sin ellos no hubiese sido posible.

Por otro lado, dar las gracias a Igor Goikoextea, preparador físico del Juvenil B y Cadete A del Athletic de Bilbao, por aconsejarme a elegir el título del TFG y también por proporcionarme conocimientos acerca del tema con los que he podido desarrollar el presente trabajo.

También agradecer al profesor Fernando Blas Pérez, mi tutor del TFG, por su ayuda, consejos, sabiduría e ideas y el buen trato durante todo el curso, con el que he emprendido este camino y me ha guiado para la consecución óptima del trabajo.

## 1. Introducción.

El presente trabajo de fin de grado, el cual corresponde a los estudios de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en el ámbito del rendimiento deportivo, pretende proporcionar una propuesta de protocolo para la lesión del ligamento cruzado anterior en el fútbol.

Primero debemos definir el concepto de lesión y analizar cuáles son las lesiones más comunes que se producen en el fútbol, para posteriormente centrarnos en la lesión de rotura de ligamento cruzado anterior y realizar un protocolo de prevención y readaptación al entrenamiento de los distintos grados de lesiones que se producen.

Una vez descrita en detalle la lesión, analizaremos los resultados exponiendo previamente cuáles son los objetivos de este trabajo y la metodología que se va a seguir. En la parte de resultados, se analizarán los factores de riesgo de esta lesión y se propondrán estrategias para prevenir esos riesgos.

Para terminar la parte de resultados y discusión, se propondrá un programa de readaptación para la lesión en cuestión basándose en la literatura.

Al final de la parte de revisión bibliográfica se expone un apartado de conclusión y se pasa a referenciar la bibliografía utilizada en el trabajo.



## **2. Revisión bibliográfica. Propuesta de protocolo de prevención y readaptación en la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol**

### **2.1. Introducción**

Actualmente el fútbol es el deporte más popular en el mundo con alrededor de 265 millones de jugadores con licencia según datos de la FIFA (Kunz, 2007). Tan solo aquí en España, el número de jugadores federados con licencia es de 874.093 con un total de 21.649 clubes, siendo el deporte rey en nuestro país (CSD, 2014).

Desde los inicios del fútbol, el término lesión siempre ha ido muy ligado a éste. Actualmente ha habido un incremento notable en el número de lesiones debido quizás al aumento de entrenamientos y partidos que se disputan. De ahí nace la necesidad y el interés de tratar de readaptar y prevenir una de las lesiones más comunes que se suelen dar en este deporte, la lesión del ligamento cruzado anterior.

Primero se definirá el concepto de lesión y se hará un análisis de cuáles son las lesiones más comunes que se dan en el fútbol teniendo en cuenta bibliografía relevante y actual.

Posteriormente nos centraremos en la lesión de rotura del ligamento cruzado anterior, analizando sus factores de riesgo y realizando una revisión bibliográfica de las propuestas o métodos de prevención más actuales, haciendo finalmente una propuesta de protocolo de prevención y readaptación al entrenamiento de los distintos grados de esta lesión.

Para terminar, propondremos una serie de ejercicios que, basándonos en la experiencia y en la bibliografía pueden ser usados para la readaptación de esta lesión.

## 2.2. Justificación

Cada vez son más los practicantes de este deporte y en comparación con años atrás existe un aumento en el número de horas de entrenamiento y partidos que se disputan en una temporada lo que directamente se refleja en el número de lesionados durante la temporada.

La práctica del fútbol en Europa es responsable de entre un cuarto y la mitad de las lesiones que se registran. Provocando como consecuencia un deterioro en la práctica afectando a su forma física y rendimiento. Pudiendo en ocasiones condicionar la carrera deportiva del deportista (Tscholl et al., 2007)

Como ya hemos comentado anteriormente, el fútbol es el deporte más popular en todo el mundo, siendo practicado por un total de 265 millones de personas (90% hombres y 10% mujeres) a fecha del 2006, un 4% de toda la población mundial. En el último gran censo hecho por la FIFA entre sus 207 asociaciones se pone de manifiesto el incremento notable de participantes (32% de chicos y 19% de chicas) mayores de 6 años (Kunz, 2007).

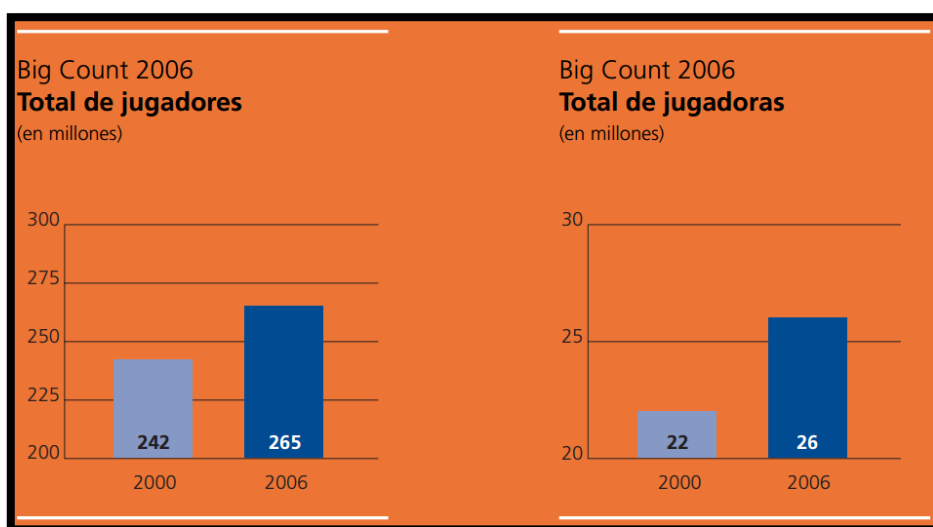


Ilustración 1 Total jugadores en el mundo según estudio FIFA 2006

Actualmente la práctica del fútbol engloba a personas de cualquier edad, nivel socio-económico, etnia y existen tanto aquellas personas que juegan por socializarse y divertirse como aquellas que son profesionales. Se trata de un deporte que no es dependiente de un gran uso de equipamiento y que proporciona grandes beneficios físicos y psicosociológicos.

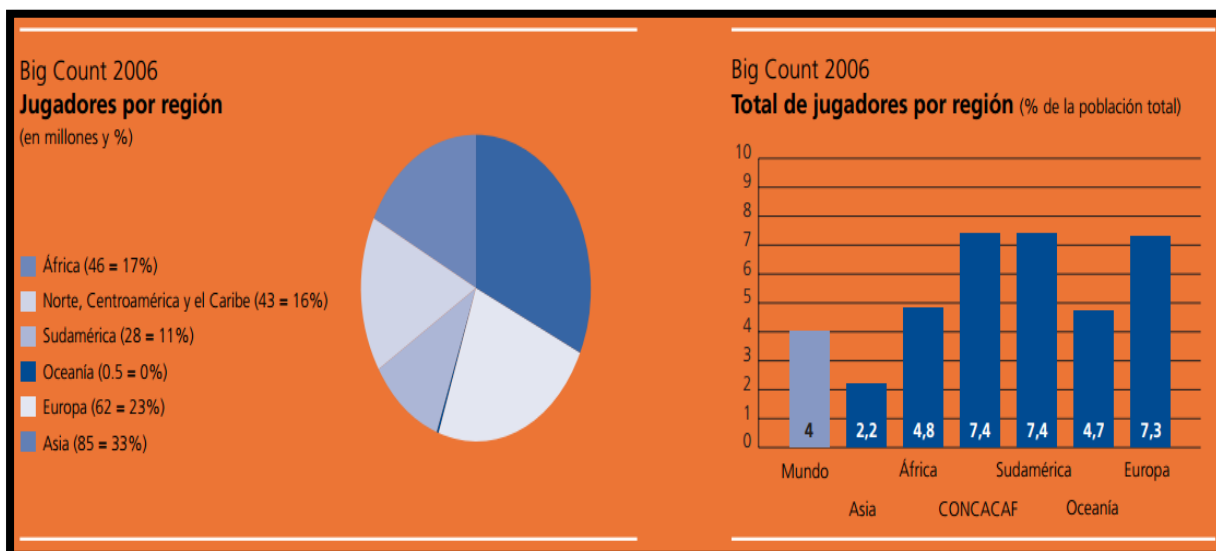


Ilustración 2 Distribución mundial de la práctica del fútbol según estudio FIFA 2006

La tendencia sigue siendo al alza en cuanto al número de practicantes se refiere y, consecuentemente, al incremento de lesiones, es por este motivo por el que veo una clara justificación la necesidad de proponer un protocolo de prevención y readaptación para una de las lesiones más comunes en el fútbol como es la del LCA.

	Big Count 2006	Big Count 2000	+/-
<b>Total de jugadores</b>	<b>265</b>	242	<b>+9%</b>
Hombres	<b>238.6</b>	220.5	+8
Mujeres	<b>26.0</b>	21.9	+19
<b>Total de jugadores registrados</b>	<b>38</b>	31	<b>+24%</b>
Hombres	<b>34.2</b>	28.3	+21
Mujeres	<b>4.1</b>	2.7	+54
<b>Total de jugadores no registrados</b>	<b>226</b>	211	<b>+7%</b>
Hombres	<b>204.4</b>	192.2	+6
Mujeres	<b>21.9</b>	19.2	+14
<b>Total juveniles</b>	<b>22</b>	18	<b>+7%</b>
Hombres	<b>18.7</b>	15.8	+18
Mujeres	<b>2.9</b>	2.2	+32
<b>Total de personas relacionadas con el fútbol</b>	<b>270</b>	247	<b>+9%</b>
Total jugadores	<b>264.6</b>	242.4	+9
Total árbitros	<b>0.84</b>	0.72	+17
Oficiales	<b>4.2</b>	3.6	+17

Ilustración 3 Comparación número de participantes según estudio FIFA 2006

El fútbol es un deporte en el que los participantes son altamente susceptibles de sufrir lesiones, sobre todo de extremidades inferiores. Las tasas reportadas de incidencias de lesiones en el fútbol son de 2 a 9,4 lesiones por cada 1000 horas de juego en el fútbol adulto masculino (Llana, Pérez y Lledó, 2010) y 10-70 lesiones por cada 1000 horas de juego en el fútbol adulto femenino (Steffen et al., (2008). Son muchos los condicionantes existentes a la hora de sufrir una lesión y ningún participante está exento de poder sufrir alguna ya que éstas suceden independientemente de la edad del participante sexo o nivel de juego.

Para hacernos una idea del número de partidos y entrenamientos en los que el jugador tiene que tomar parte para cubrir esas 1.000 horas tomamos la Tabla 1.

Tabla 1 Conversión de 1000 horas a partidos y entrenamientos. Tomado de San Román, 2009.

10 horas de entrenamiento semanales	x 20 futbolistas en la plantilla	= 200 horas a la semana x 5 semanas	<b>= 1.000 horas en entrenamientos</b>
8 horas de entrenamiento semanales	x 20 futbolistas en la plantilla	= 160 horas a la semana x 6,25 semanas	
1,5 horas de un partido	x 11 futbolistas = 16,5 horas de competición en un partido	x 60,6 partidos	<b>= 1.000 horas de partidos de competición</b>
		x 30,3 partidos	<b>= 500 horas de partidos de competición</b>
		x 38 partidos (Liga de 20 equipos en 1ª Div.)	<b>= 627 horas de partidos de competición</b>
		x 42 partidos (Liga de 22 Equipos en 2ª Div. A)	<b>= 693 horas de partidos de competición</b>

Se ha demostrado que en el fútbol existe una incidencia unas 1.000 veces mayor que en ocupaciones industriales consideradas de alto riesgo (Hawkins y Fuller, 1999).

La prevención de las lesiones pasa por la mejora o modificación de ciertos patrones neuromusculares, agilidad, resistencia y entrenamiento de fuerza entre otros. En este trabajo, en el caso de la lesión de LCA, se intentará delimitar cuáles son las mejores y más actuales estrategias de prevención de lesiones.

### 2.3. Las lesiones en el fútbol

La realidad es que existen numerosas definiciones de lesión deportiva que se diferencian entre un enfoque más médico o deportivo, pese a ello, es posible decir que existen ciertos criterios comunes para definir la lesión deportiva. La lesión deportiva sería un incidente ocurrido durante la práctica de actividad físico-deportiva con una o más de las siguientes consecuencias: (Van Mechelen, Hlobil y Kemper, 1992)

- Reducción de la actividad deportiva.
- Necesidad de atención sanitaria.
- Consecuencias laborales o sociales posteriores.

Fuller et al. (2006) define el término lesión específica del fútbol como: “Cualquier queja y/o molestia física padecida por un jugador resultante de un partido o entrenamiento de fútbol, independientemente de la necesidad de atención médica o pérdida de tiempo en la práctica del fútbol”.

Así mismo, cuando un jugador, a causa de una lesión, precisa de atención médica, ésta se denominará lesión con atención médica y cuando una lesión tiene como resultado la incapacidad del jugador para tomar parte en el entrenamiento o partido será considerada como lesión con tiempo de ausencia (time loss injury) (Fuller et al., 2006).

Esta afectación varía mucho entre deportistas amateurs y profesionales, siendo estos últimos los más afectados debido a su completa dedicación al deporte. (Pastrana, Costa, Fernández y García, 2007).

### **2.3.1. Tipo de lesión y causas**

Las lesiones pueden ser diferenciadas según su mecanismo de producción y los síntomas que la preceden, pudiendo ser agudas o por uso excesivo. Las lesiones agudas se producen de manera repentina. Sin embargo, las lesiones por uso excesivo se producen de forma progresiva. Según Bahr y Maehlum (2007) las lesiones deportivas se clasifican en lesiones esqueléticas, siendo estas las fracturas o derivados, o lesiones de partes blandas, en las cuales se pueden diferenciar las siguientes:

- *Lesiones musculares*: Las cuales pueden ser producidas por; distensión, contusión o desgarros.
- *Lesiones ligamentosas*: Suele provenir por una distensión del ligamento a causa de una postura forzada o extrema de la articulación. Pudiendo ser o no traumática.
- *Lesiones cartilagosas*: Pueden ser debidas al propio desgaste de la articulación o provenir a causa de una contusión aguda.

- *Lesiones tendinosas*: Este tipo de lesiones pueden darse tanto a causa de una contusión aguda como a causa del propio desgaste. Bien es cierto que los tendones son propensos a sufrir lesiones a causa del uso excesivo.

La mayoría de trabajos (Arnason et al., 1996; Chomiak et al., 2000; Cos et al., 2010) dividen las lesiones en los siguientes tipos:

Tabla 2 Tipos de lesiones

<b>Por traumatismo (Agudas)</b>	
- <b>Esguince</b>	Elongación aguda de ligamentos o cápsula articular
- <b>Distensión</b>	Elongación aguda de músculos y tendones
- <b>Contusión</b>	Hematoma sin otra lesión asociada
- <b>Fractura</b>	Ruptura traumática de tejido óseo
- <b>Dislocación</b>	Desplazamiento parcial o total del hueso en la articulación
- <b>Otras</b>	Lesiones no clasificadas
<b>Por Sobreuso (Crónicas)</b>	Síndrome doloroso del sistema musculoesquelético sin un traumatismo previo o enfermedad conocida

### 2.3.2. Factores de riesgo

Es vital tener un control sobre la actividad física que se realiza y conocer los efectos de la misma, el objetivo es la prevención mediante el conocimiento de los patrones lesivos dentro de una práctica deportiva. Gracias a ello, se pueden conocer los factores de riesgo, tanto intrínsecos como extrínsecos, que resultan en una lesión (Llana et al., 2010). Entre estos factores intrínsecos se encuentran (Romero y Tous, 2011):

- *Historial lesivo del jugador*; se trata de uno de los factores de riesgo más importante ya que condiciona mucho una posible aparición de una nueva lesión o un recaída de la misma cuando ésta no ha sido debidamente recuperada. El factor más común en lesiones es una lesión previa (Melegati et al., 2013).
- *Factores inherentes del deportista*; etnia, edad, factores fisiológicos, genética... todas aquellas características personales del deportista.
- *Condición Física*; factor que propicia el aumento de la probabilidad de lesión de un deportista a cualquiera nivel.

- *Factores psicológicos*; factor que con el paso del tiempo se le va dando una mayor importancia dentro de la prevención de lesiones ya que un jugador es más propenso o no a padecer lesiones en función de su autoestima, de su autoimagen y de su estado de ánimo.
- *Factores morfológicos*; estos pueden darse en aspectos propios de nuestro cuerpo, como puede ser la posición corporal o aspectos específicos de la persona.
- *Nivel de experiencia*; las lesiones en deportistas expertos suele estar más controlada aunque no estén exentos de ellas, sin embargo, hay mayor riesgo cuando un deportista inexperto practica el mismo deporte o actividad física.

Según Rubio y Chamorro (2000) entre los aspectos extrínsecos podemos encontrar los siguientes:

- *Instalaciones*; en función del lugar donde se realice la práctica deportiva hay un mayor o menor riesgo de la aparición de lesiones.
- *Factores ambientales*; estos factores hacen variar el riesgo debido a la temperatura, viento, lluvia y otros factores que hacen variar la situación en la que se realiza una modalidad deportiva.
- *Equipación*; la utilización de un estilo específico de material, la calidad del mismo así como su correcto uso.
- *Modalidad deportiva practicada*; cada modalidad deportiva tiene su propia técnica de ejecución por lo que es necesario realizar estudios específicos y detallados de cada una de ellas.

### **2.3.3. Mecanismos de producción de las lesiones**

Los mecanismos de producción establecen la forma a través de la cual un deportista sufre una lesión, fundamentalmente desde un punto de vista biomecánico. Las cargas a las que se someten las diferentes estructuras se dividen en (Romero y Tous, 2011):

**Tracción:** aumento de la longitud del tejido y estrechamiento del mismo. Se trata de una tensión provocada por dos fuerzas que actúan en la misma dirección pero en sentidos opuestos, aplicadas en dos puntos también opuestos de la estructura en la que se encuentran.



- *Compresión*: acortamiento de la estructura en longitud y aumento de la anchura. Se trata de dos fuerzas ejercidas en puntos opuestos de una estructura y que tienen misma dirección y sentido opuesto, pero convergentes y dirigidas a un mismo punto.
- *Cizallamiento*: las dos fuerzas que actúan tienen la misma dirección y sentido opuesto con una tendencia convergente, pero dirigidas hacia puntos diferentes.
- *Flexión*: combinación de tracción y compresión, con dos fuerzas que actúan en sentidos opuestos pero con tendencia a converger debido a la acción de una tercera fuerza.
- *Torsión*: la carga aplicada produce dos fuerzas opuestas que provocan un efecto de giro en la estructura lo que provoca un efecto final de cizallamiento.
- *Combinación de cargas*: Habitualmente las lesiones se producen por una combinación de diferentes tipos de cargas.

Hay estudios que demuestran el elevado número de lesiones que sufren los futbolistas y el alto índice lesional que se da en el fútbol en comparación a otros deportes (Llana, Pérez y Lledó, 2010; Garrido et al., 2009). En el fútbol, sobre todo en el que se practica en el alto rendimiento, preocupa y mucho las consecuencias que conlleva una lesión para un futbolista ya que supone una disminución de la práctica deportiva, ausencia en entrenamiento y competiciones, y a ello hemos de sumarle todo el coste económico que acarrea (Wong y Hong, 2005).

Por norma general, los mecanismos lesivos se dividen en acciones por contacto y acciones sin contacto. En el fútbol, la lesión por contacto jugador - jugador se produce en la denominada acción del *tackle*, definida como una acción que se produce durante el curso normal de un partido y que implica un contacto físico entre dos o más jugadores mientras luchan por la posesión de la pelota, siendo la primera causa de producción de las lesiones. Los cambios de ritmo, lanzamientos a portería, los giros y cambios de dirección o los saltos y recepciones de los mismos son, por este orden, las principales acciones sin contacto causantes de lesiones en este deporte (Romero y Tous, 2011; Wong y Hong, 2005).

## 2.4. Anatomía de la rodilla

### 2.4.1. Componentes de la rodilla

La rodilla es la articulación más grande y una de las más complejas del cuerpo humano. Forma una articulación que es de gran importancia para la marcha, la carrera y la transmisión del peso corporal en los saltos.

Su complejidad yace en la necesidad de ser una articulación con una gran estabilidad para poder soportar todo el peso corporal en una zona o área relativamente pequeña y a su vez ha de tener una gran movilidad (Chomiak, Junge, Peterson, & Dvorak, 2000)

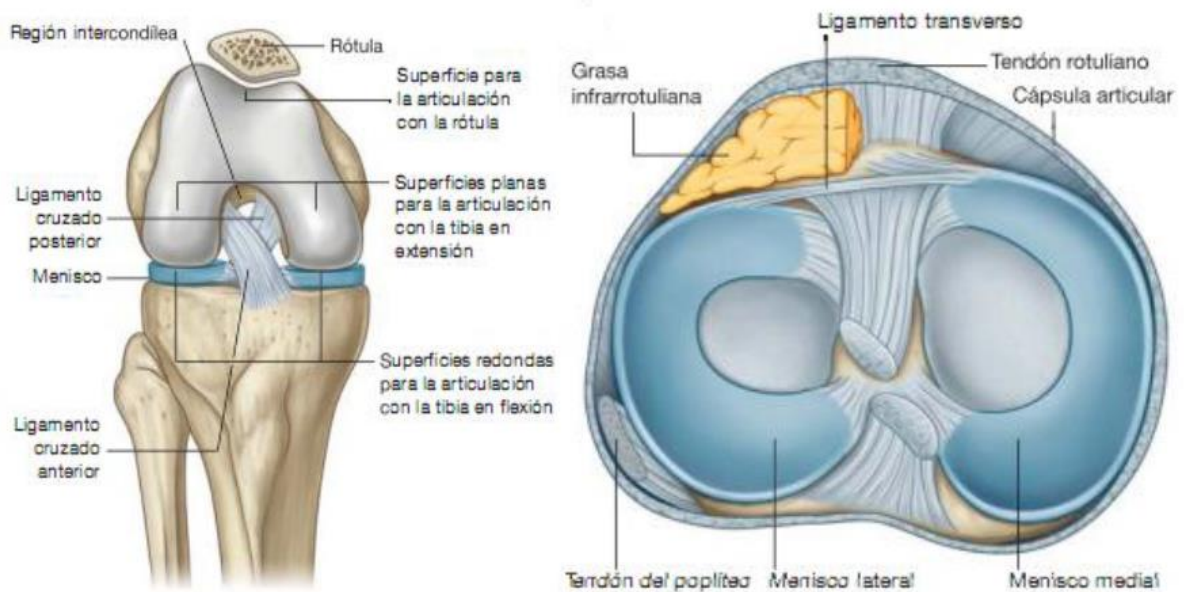


Ilustración 4 Superficies articulares de la articulación de la rodilla (vista anterior) y meniscos (vista superior). Tomado de (Drake, Wayne, y Mitchell, 2005)

En la articulación de la rodilla nos podemos encontrar con componentes óseos y ligamentos:

- Componentes óseos:

- Porción inferior del fémur.
- Porción superior de la tibia.
- Rótula.

- Ligamentos:

Ligamentos laterales o periféricos. Dentro de los cuales están el externo y el interno. (LLE y LLI)

- Ligamentos cruzados. Ligamento cruzado anterior y posterior. (LCA y LCP). Dentro de los cuales tenemos:
  - o Meniscos; se encuentran entre las superficies articulares del fémur y de la tibia y constituyen un sistema amortiguador. Encontramos el interno y el externo.
  - o Cápsula articular; envuelve toda la articulación y en su cara interna está recubierta por la membrana sinovial, que produce líquido sinovial, el cual lubrica la articulación.
  - o Aparato extensor; formado por el tendón cuadriceps, la articulación fémoro-rotuliana y el tendón rotuliano.

Según Góngora et al., (2003) la rodilla es una articulación biaxial y condílea, en la que una superficie cóncava se desliza sobre otra convexa alrededor de dos ejes. Como superficies articulares la rodilla presenta cóndilos del fémur, superficie rotuliana del fémur, carilla articular de la rótula y meniscos femorales (estructuras cartilaginosas que actúan como cojinetes, amortiguando el choque entre el fémur y la tibia). La cápsula articular es grande y laxa, y se une a los meniscos.

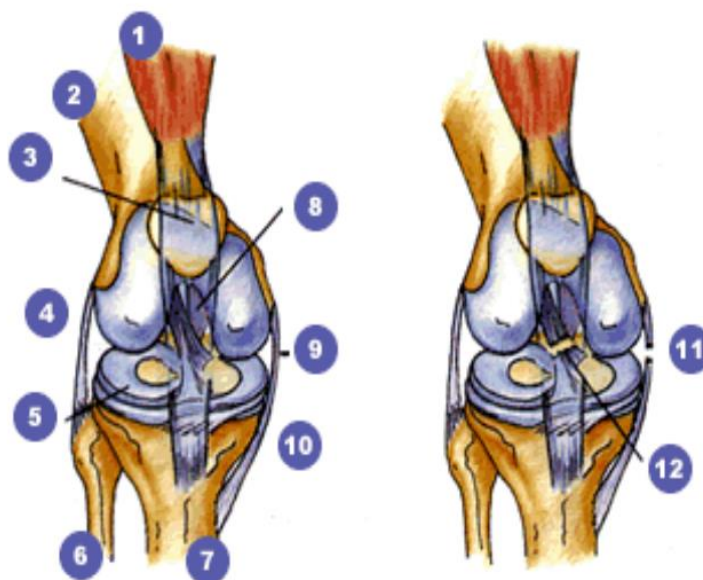


Ilustración 5 Vista anterior de la articulación de la rodilla. Tomado de Góngora et al., 2003.

1.-Cuadriceps (recto femoral), 2.-Fémur, 3.-Rótula, 4.-Lig. colateral peroneo, 5.-Menisco lateral, 6.- Peroné, 7.-Tibia, 8.-Lig. cruzado posterior, 9.-Lig. colateral tibial 10.-Lig. cruzado anterior, 11.-Lig. Interno Izquierdo roto, 12.-Lig. cruzado anterior roto.

### 2.4.2. Ligamentos de la rodilla

Como todas las articulaciones artrodiarias, la rodilla tiene una cápsula articular que está reforzada por una serie de ligamentos (Del Corral, Forriol y Vaquero, 2005) de los cuales nosotros centraremos nuestro trabajo en el ligamento cruzado anterior (LCA).

La rodilla posee dos ligamentos laterales, un externo y uno interno cuya función es asegurar la rodilla durante la extensión y se destensan durante la flexión de la misma (Kapandji, 2007)

*Ligamento lateral externo (LLE)*; este ligamento se encuentra en la cara externa de la rodilla y es un cordón fibroso que se extiende desde el cóndilo externo del fémur hasta la cabeza del peroné.

*Ligamento lateral interno (LLI)*; este ligamento aparece en la cara interna de la rodilla y su forma es triangular y fina, su extensión va desde el cóndilo interno del fémur hasta que se inserta en la cara interna de la tibia y se encuentra unido con el menisco interno.

La función de los ligamentos cruzados es la de asegurar la estabilidad anteroposterior de la rodilla, a la par que permiten los movimientos de charnela, manteniendo las superficies articulares en contacto. El ligamento cruzado postero-interno está tenso en flexión, mientras que el cruzado antero-externo se tensa en extensión y es uno de los frenos de la hiperextensión (Kapandji, 2007).

*Ligamento cruzado posterior (LCP)*; según Kapandji (2007) se describen cuatro haces:

- Haz posteroexterno; el más posterior sobre la tibia y el más externo sobre el fémur.
- Haz menisco femoral de Wrisberg; tiene su inserción en el cuerno posterior del menisco interno para adherirse más tarde al ligamento en su cara anterior, e insertarse con él en la cara axial del cóndilo interno.
- Haz anterior de Humphrey; variable.
- Haz antero interno; el más anterior sobre la tibia y el más interno sobre el fémur.

*Ligamento cruzado anterior (LCA)*: su inserción en la tibia se encuentra en la superficie pre-espinal, a lo largo de la glenoide interna, entre la inserción del cuerno del menisco interno y externo. Su inserción femoral se da en la cara axial del cóndilo externo. Según Kapandji (2007) se pueden describir tres haces:

- Haz anterointerno; se trata del más largo, el más facial de localizar y el más expuesto a posibles traumatismos.
- Haz posteroexterno; se encuentra tapado por el anterior y es el más resistente a las roturas parciales.
- Haz intermedio.

El ligamento cruzado anterior (LCA), al igual que el ligamento cruzado posterior (LCP) y el ligamento lateral externo (LLE) y a diferencia de los ligamentos de la parte interna de la rodilla que son acintados, es un ligamento cordonal. Hay que tener en cuenta este dato ya que los ligamentos que son de tipo cordonal, una vez se da una rotura en ellos nunca restablecen su continuidad ya que sufren una retracción. Es por ello que tras la rotura de un ligamento cruzado anterior la cirugía es el principal tratamiento.

### **2.4.3. Músculos de la rodilla**

La articulación de la rodilla está asegurada y se mantiene estable gracias al nivel muscular, que posibilita su movilidad y la protege frente a movimientos que puedan resultar en una lesión.

El cuádriceps crural es el músculo que se encarga de la extensión de la rodilla. Está compuesto de cuatro cuerpos que se insertan mediante un aparato extensor en la tuberosidad tibial anterior: (Kapandji, 2007)

- *Tres músculos mono articulares*; el crural, el vasto externo y el vasto interno.
- *Un músculo biauricular*; el recto anterior.

Los músculos flexores de la rodilla forman parte del compartimento posterior del muslo y son: (Kapandji, 2007)

- *Músculos isquiotibiales*; bíceps crural, semimembranoso y semitendinoso.

- *Músculos de la pata de ganso*; Recto interno, sartorio y semitendinoso.
- *Poplíteo*; Gemelos, aunque realmente son extensores del tobillo, papel importante en la estabilidad de la rodilla.

## **2.5. Rotura del ligamento cruzado anterior (LCA)**

Dentro de las lesiones más comunes dentro del fútbol las lesiones del LCA son de las graves a causa del tiempo de incapacidad deportiva y al gran coste económico que supone (Gianotti, Marshall, Hume, y Bunt, 2009). Del mismo modo Junge y Dvorak (2004) consideran que la rotura del LCA se debe clasificar dentro de las lesiones graves ya que requieren de tratamiento quirúrgico y mantiene a muchos atletas fuera del entrenamiento y la competición muchos meses.

### **2.5.1. Incidencia lesional en el fútbol**

Habitualmente, estas lesiones traen de forma implícita alguna lesión asociada, como lesiones en meniscos y osteoartritis (Woo, et al., 2006). Como hemos dicho anteriormente el fútbol es un deporte con una alta incidencia lesional, por 1000 horas de juego se registran de 10 a 35 lesiones en jugadores adultos (Wong & Hong, 2005). Por su parte, la incidencia de rotura del LCA varía entre 0,06 a 3,7 lesiones cada 1000 horas. Esto representa un 1,3% para equipos masculinos y un 3,7% para equipos femeninos. La incidencia según varios autores es de 7 a 65 veces mayor en los partidos que en los entrenamientos (Alentorn-Geli et al., 2009). Dentro de las lesiones más comunes, la lesión del LCA es una de las más severas y forman el 24% de las lesiones de rodilla (Chomiak et al., 2000).

Algo relevante a tener en cuenta en esta lesión es el factor de riesgo asociado al terreno de juego. Comparando entre superficies de césped natural y césped artificial, se obtiene un mayor índice lesional en césped natural (12,14 frente a 19,89 les. /1000 h. de exposición). Por el contrario, si nos referimos a lesiones ligamentosas de rodilla esta tendencia es inversa, siendo más común en césped artificial (2,80 frente a 1,86 les. /1000 h. de exposición) (Noya y Sillero, 2012; Noya et al, 2014).

**BOTA DE FÚTBOL Y CÉSPED ARTIFICIAL**  
¿USAS LA ADECUADA? PREVENCIÓN Y RIESGOS

**Niveles de Riesgo de Lesión**

Riesgo	Tipo de bota	Recomendación	Distintivo en bota
<b>ALTO</b>		USO EXCLUSIVO CÉSPED NATURAL	<b>FG</b> FIRM GROUND <b>SG</b> SOFT GROUND
<b>MEDIO</b>		CAMPOS DE CÉSPED ARTIFICIAL DE 1ª Y 2ª G CAMPOS DUROS Y DESGASTADOS DE 3ª G	<b>HG</b> HARD GROUND <b>TURF</b>
<b>BAJO</b>		CAMPOS DE CÉSPED ARTIFICIAL DE 3ª G EN BUEN ESTADO	<b>AG</b> ARTIFICIAL GRASS <b>MG</b> MULTI GROUND

**RECOMENDACIONES**

- 1 - Para césped artificial nuevo (3ª Generación) seleccionar distintivo "AG" en la bota de fútbol (Artificial Grass-tacos de poca longitud distribuidos a lo largo de toda la suela).
- 2 - Para césped artificial desgastado, excesivamente duro o 1ª y 2ª Generación seleccionar distintivo "Turf" en la bota (multi-taco pequeño).
- 3 - Evitar para césped artificial botas con distintivos "FG" (Firm Ground) y "SG" (Soft Ground) caracterizadas por un número reducido de tacos de elevada longitud.

Logos: Cátedra de Traumatología del Deporte, UCAM, CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO CIARD-UCAM, Facultad de Deporte, SIP Grupo de Prevención de Lesiones en el Deporte, Federación de Fútbol de la Región de Murcia.

Ilustración 6 Uso adecuado del calzado de fútbol para cada superficie. Tomado de II Jornadas Internacionales de Prevención de Lesiones Deportivas y XXIII Jornadas Nacionales de Traumatología del Deporte

Veamos previamente en la tabla 3 las características específicas del ligamento cruzado anterior:

Tabla 3 Características biomecánicas del LCA (Sampietro, 2007).

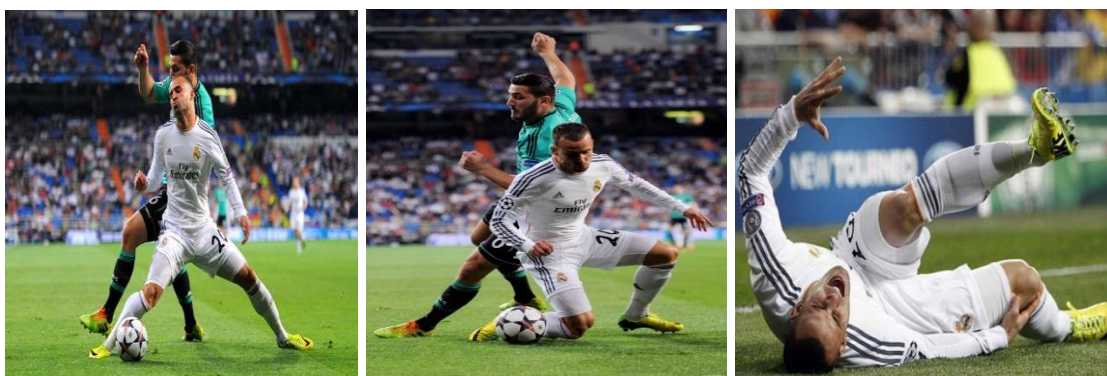
Características del ligamento cruzado anterior	
<b>Longitud</b>	25-30 mm
<b>Grosor</b>	10-11 mm
<b>Fascículos</b>	Anterointerno, posteroexterno, intermedio
<b>Inserción tibial</b>	Plano transversal
<b>Inserción femoral</b>	Plano sagital
<b>Vascularización</b>	Rama de la arteria genicular inferior y bolsa de Hoffa
<b>Receptores</b>	Mecanorreceptores
<b>Fuerza tracción hasta rotura</b>	1735/2690 N
<b>Rigidez</b>	180 N
<b>Función</b>	Resistir desplazamiento anterior y rotación interna de la tibia y generar información propioceptiva

Otro estudio demuestra que la incidencia lesional de la rotura del LCA oscila entre 0,06 a 3,7 lesiones cada 1000 horas. Lo que representa un 1,3% para equipos masculinos y un 3,7% para equipos femeninos. Según aclaran Alentorn-Geli et al., (2009) esta incidencia es de 7 a 65 veces mayor en momentos de competición que en momentos de entrenamiento.

### 2.5.2. Mecanismo lesional del LCA

En el fútbol, la mayoría de las roturas del LCA se producen sin contacto. Según Alentorn-Geli et al., (2009) el porcentaje, tanto de hombres como de mujeres, de lesiones del LCA por no contacto oscila entre el 70-84%.

Un estudio reveló que los mecanismos lesionales más frecuentes en la lesión del LCA son los cambios de dirección combinados con una deceleración de la marcha, la recepción de saltos con la rodilla casi extendida y pivotar con la rodilla casi extendida mientras se mantiene el pie anclado en el suelo. Estas situaciones de juego involucran momentos de valgo y varo de rodilla, momentos de rotación de rodilla y momentos de traslación anterior.



*Ilustración 7 Momentos de rotura del LCA de Jesé Rodríguez*

Waldén et al., (2011) analizaron 57 clubs a lo largo de 8 temporadas, demostrando que un equipo masculino de fútbol puede sufrir una media de 0.4 lesiones por temporada y uno femenino 0.7. Lo cual demuestra que las mujeres tienen más del doble de probabilidades de sufrir una lesión de LCA (Waldén et al., 2011).

En cuanto al tiempo medio de recuperación necesario para volver a entrenar con normalidad encontramos que es de  $201,8 \pm 81.7$  días que son unas  $28 \pm 11$



semanas. Y el tiempo que ha de transcurrir para que el futbolista pueda volver a competir es de media 238 días o 34 semanas (Waldén et al., 2011).

Por otro lado encontramos que el índice de recaídas de la rotura del LCA es según Hägglund y Waldén (2012) del 8%. Sin embargo, Myklebust y Bahr (2005) afirman que este índice es del 13%.

En un estudio realizado entre el tercer y séptimo año tras haber sufrido la lesión de la rotura del LCA se observó cómo en los 3 primeros años después de la lesión, un 30% de jugadores aún permanecían en activo. Sin embargo, a los 7 años después de la lesión, ningún jugador permanecía en activo. Roos et al., (1995) concluyen que esto se debe a los problemas de rodilla asociados a la rotura del LCA que sufren cuando vuelven a competir: dolores, poca estabilidad en la rodilla, un rango reducido de movimiento...

### **2.5.3. Diagnóstico de la lesión**

Este proceso de diagnóstico depende mucho de la cantidad de recursos con la que cuenta un club, si hablamos de un club de la liga profesional el diagnóstico se puede realizar de manera muy rápida y efectiva. Lo que normalmente los médicos valoran es si existe rotura del ligamento, en caso de que se dé la posibilidad se confirmaría a través de una resonancia magnética. A continuación se explica el proceso que se sigue para ello comúnmente (Pastrana et al, 2007).

- *Comentario del lesionado*; se realiza en el momento en el que sucede la lesión buscando las sensaciones del propio sujeto.

- *Exploración manual*; se palpa la zona buscando algún tipo de deformidad o dolor así como algún tipo de inflamación.

- *Valoración articular*; esta valoración nos va a proporcionar información sobre las diferentes estructuras que podrían haber sido dañadas mediante diferente tipos de maniobras.

- *Resonancia magnética*; la duración de este método de diagnóstico varía mucho en función de si el lesionado es amateur o profesional y si posee o no seguro privado. Se trata de la prueba más eficaz para medir el alcance de la lesión.

- *Radiografía*; mediante Rayos X se consigue una imagen. Lo habitual es realizar esta prueba cuando la resonancia magnética se retrasa y normalmente cuando son lesiones producidas por contacto.

- *Artroscopia exploratoria*; esta prueba se realiza en el momento de la cirugía para conseguir una imagen de la zona mediante la introducción de una cámara. Se suele utilizar para medir el alcance de la lesión y para observar el estado del menisco.

#### **2.5.4. Tratamientos**

Una vez se ha confirmado la rotura del LCA se valoran las opciones de intervenir quirúrgicamente o la de ofrecer un tratamiento conservador en la que no es necesaria la cirugía, se realiza mediante sesiones de rehabilitación y reposo.

Según López (2006) existen muchos aspectos que influyen a la hora de seleccionar una de las dos opciones, aunque el principal factor es el grado de actividad y el deporte que realiza el deportista lesionado.

Se toma la decisión de realizar un tratamiento conservador cuando la lesión de LCA es de menor gravedad, cuando la actividad que realiza el lesionado o el nivel de esta no precisa del LCA o cuando el paciente está dispuesto a dejar la práctica de esa actividad. De nuevo López (2006) nos dice que no se tiene en cuenta la edad del paciente, aunque si su estado de salud.

El tratamiento quirúrgico consiste en realizar una reconstrucción del LCA o sustituirlo por un nuevo ligamento tras quitar el dañado. Esto se debe a que el LCA no se puede suturar. Se suele elegir esta opción cuando la lesión es de gran gravedad o cuando estamos hablando de un deportista que pretende seguir con su actividad.

### 2.5.5. Tabla resumen

Tabla 4 Tabla resumen de la lesión del LCA

Lesión LCA	
<b>Definición</b>	Rotura por primera vez o recurrente y parcial o total del ligamento, que ocurre de forma aislada o asociada a otras lesiones simultáneas de la rodilla.
<b>LCA</b>	Se inserta en una carilla de la parte anterior del área intercondílea de la tibia, y asciende en sentido posterior para insertarse en una carilla de la porción posterior de la pared lateral de la fosa intercondílea del fémur.
<b>Función</b>	Evita el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur. Se tensa en extensión y rotación interna. Se distiende en rotación externa. Es responsable del deslizamiento del cóndilo hacia adelante durante la flexión. Es uno de los frenos de la hiperextensión.
<b>Incidencia lesional</b>	Varía entre 0,06 a 3,7 lesiones cada 1000 horas. Mayor para mujeres.
<b>Mecanismo lesional</b>	Los mecanismos de lesión más frecuentes son los cambios de dirección combinados con una deceleración de la marcha, la recepción de saltos con la rodilla casi extendida y pivotar con la rodilla casi extendida mientras se mantiene el pie anclado en el suelo.
<b>Diagnóstico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comentario del lesionado</li> <li>- Exploración manual</li> <li>- Valoración articular</li> <li>- Resonancia magnética</li> <li>- Radiografía</li> <li>- Artroscopia exploratoria</li> </ul>
<b>Tratamientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservador: Cuando la lesión es de menor gravedad o cuando el nivel o la actividad que realiza el deportista no requiera del LCA.</li> <li>- Quirúrgico: Cuando la lesión es de mayor gravedad o cuando el deportista requiera del LCA para realizar su actividad.</li> </ul>

### 3. Objetivos

A continuación se exponen los principales objetivos de este trabajo, los cuales son:

- Conocer la periodización y los sujetos que participan en un proceso de lesión de un futbolista tanto amateur como profesional.
- Analizar los mecanismos de producción de lesión en el LCA de la rodilla, así como sus factores de riesgo, para valorar su importancia tanto a nivel profesional como amateur.
- Conocer las consecuencias deportivas que pueden acarrear en el fútbol actual una lesión de gravedad como es la rotura del LCA.
- Realizar un análisis de la incidencia lesional del LCA de la rodilla tanto a nivel amateur como profesional, así como una previsión de su evolución en un futuro.
- Revisar los estudios que tratan sobre estrategias preventivas para la rotura del LCA.
- Hacer una propuesta de prevención de la lesión del LCA en fútbol estudiando cuál es la epidemiología.

### 4. Metodología

Para la elaboración de este trabajo se llevó a cabo, durante los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio de 2016, una revisión bibliográfica no sistemática de información que estuviera relacionada con el título de este trabajo.

Las bases de datos mediante las cuales se efectuó la búsqueda de información para este trabajo fueron PubMed, Dialnet, Google Académico y Sportdiscus. Asimismo, hubo una revisión de algunos libros proporcionados por la Biblioteca de la Universidad del País Vasco.

Las palabras clave que se utilizaron en la búsqueda de artículos fueron: “Anterior cruciate ligament”, “Football injuries”, “Soccer”, “knee injury”, “Risk factors”, “Prevention”, “Proprioception”. Estas palabras se combinaron de diferentes formas en las búsquedas para obtener los resultados.

Se buscaron artículos tanto en lengua española como en lengua inglesa y se trató de utilizar artículos que fueran lo más actuales posibles, si bien es cierto que algún artículo de los que hemos sacado información es relativamente antiguo.

Los criterios que se utilizaron para seleccionar los artículos que podíamos utilizar o no fueron los siguientes: Que el artículo tuviera una relación directa con el tema de estudio y que además se pudiera acceder a la totalidad del documento.

## **5. Plan de trabajo y cronograma**

El protocolo que proponemos consta de 6 ejercicios, tres serán sin balón y tres con balón.

Está dirigido a toda clase de club, no se necesitan unos grandes recursos, los implementos necesarios serán conos y “chinos”.

En cada ejercicio se realizaran cuatro repeticiones, dos de ellas a una intensidad suave y dos a una intensidad fuerte. Con esto tratamos de utilizar estos ejercicios no solo como un protocolo para prevenir la lesión del LCA sino también a modo de activación previa a la parte principal del entrenamiento del día.

La explicación se realiza únicamente por el lado izquierdo, pero se realizara simultáneamente también por el lado derecho. Las explicaciones serán similares, pero se deberán realizar de forma inversa.

A continuación se exponen los ejercicios que se dividirán en dos bloques: Uno con balón y el otro sin balón.

Antes de cada salida se realizaran dos tipos de trabajo que se deberá ir alternando antes de cada salida del ejercicio.

Trabajo inicial 1 (Anexo 1)

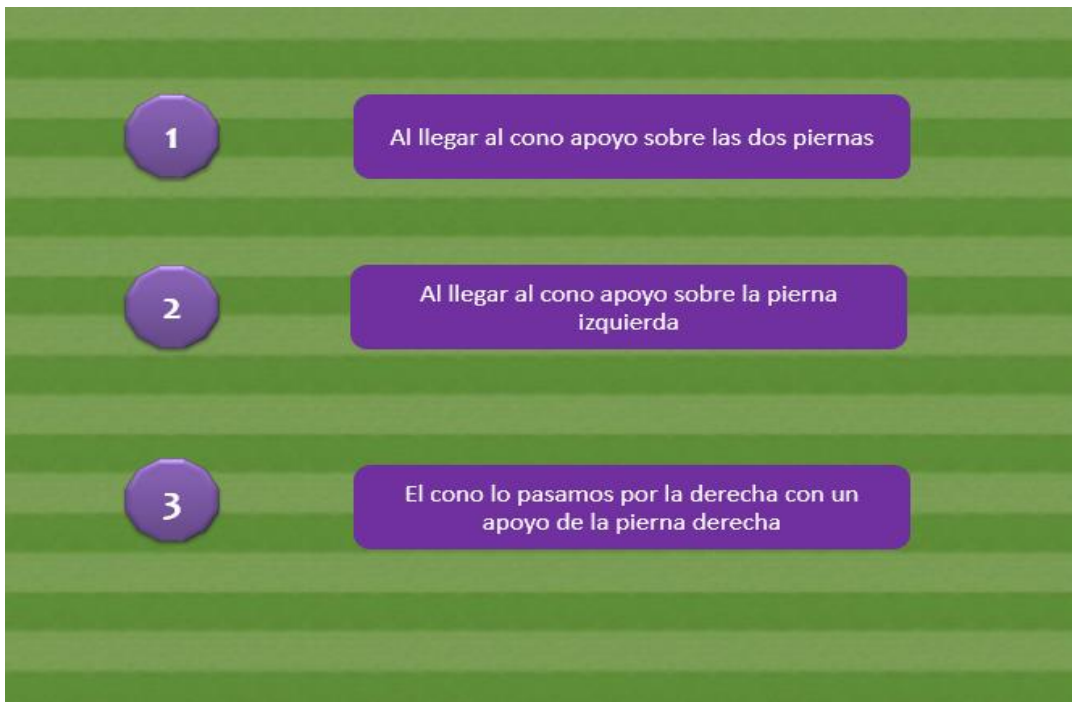
Trabajo inicial 2 (Anexo 2)

### 5.1. Leyenda

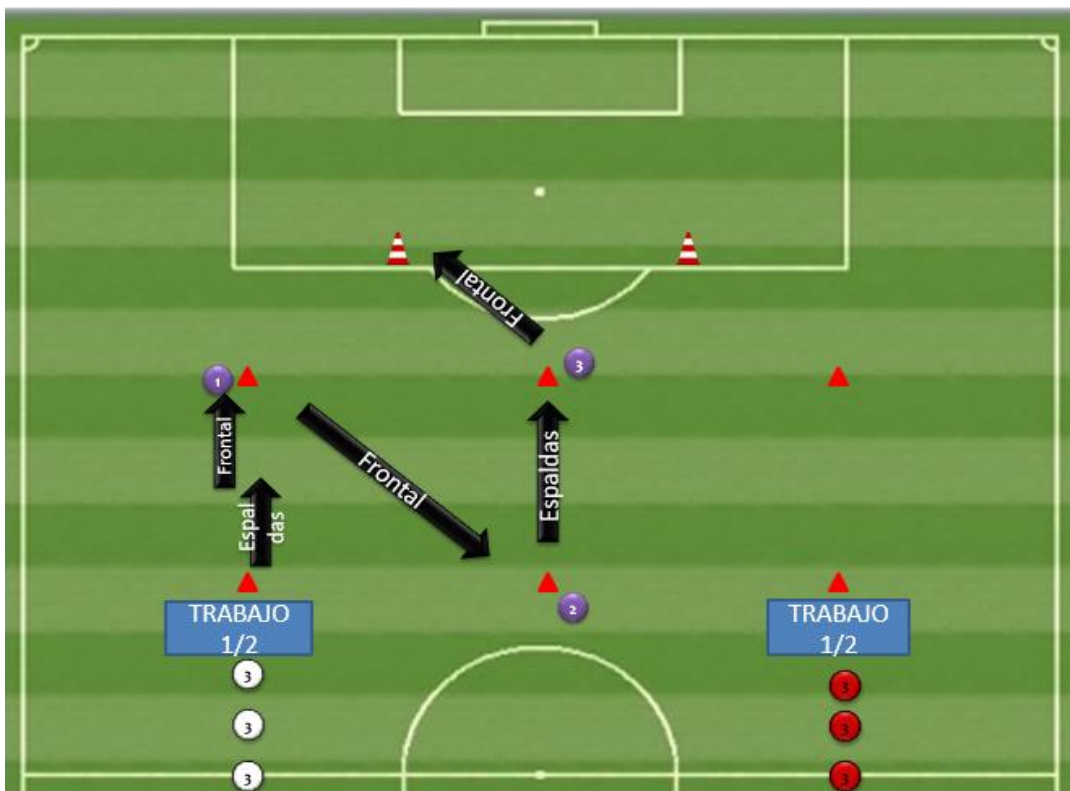
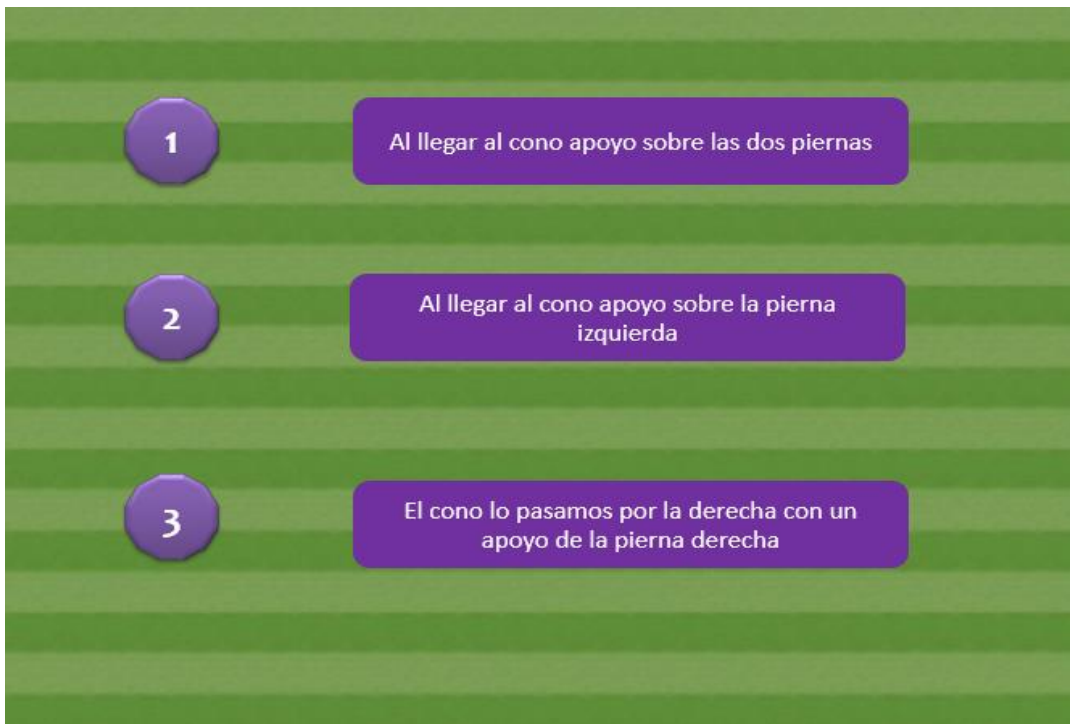


## 5.2. Bloque 1: Sin balón

### 5.2.1. Ejercicio 1

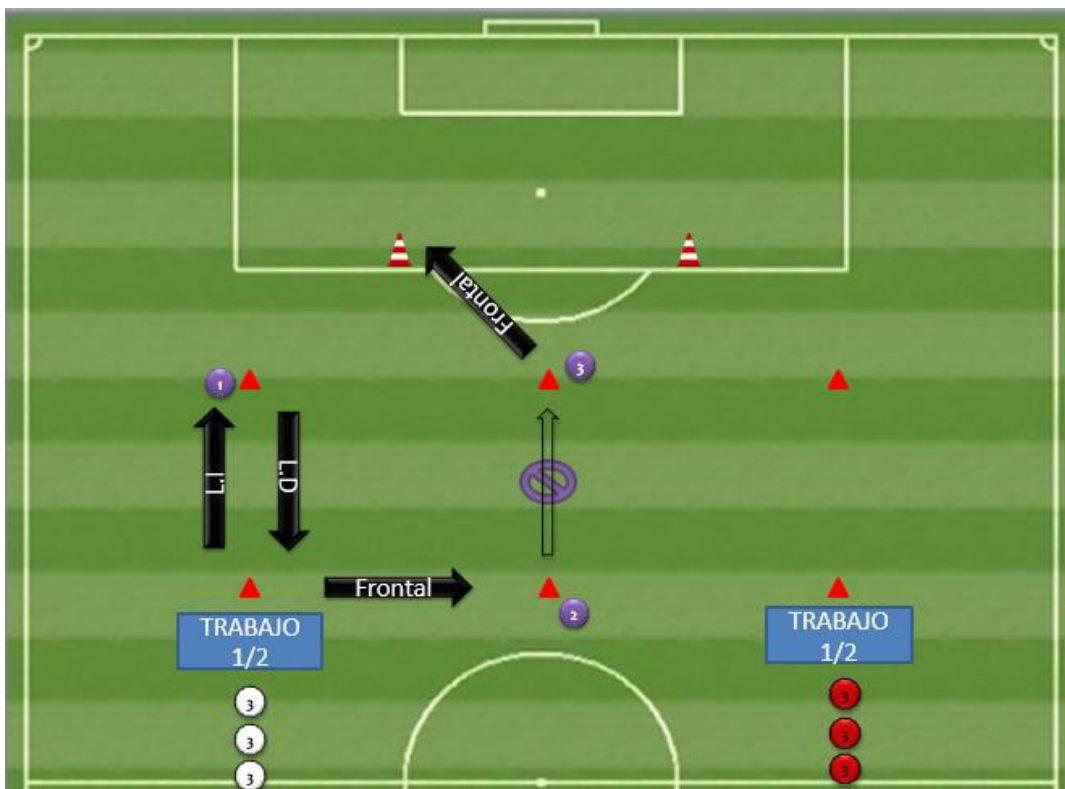
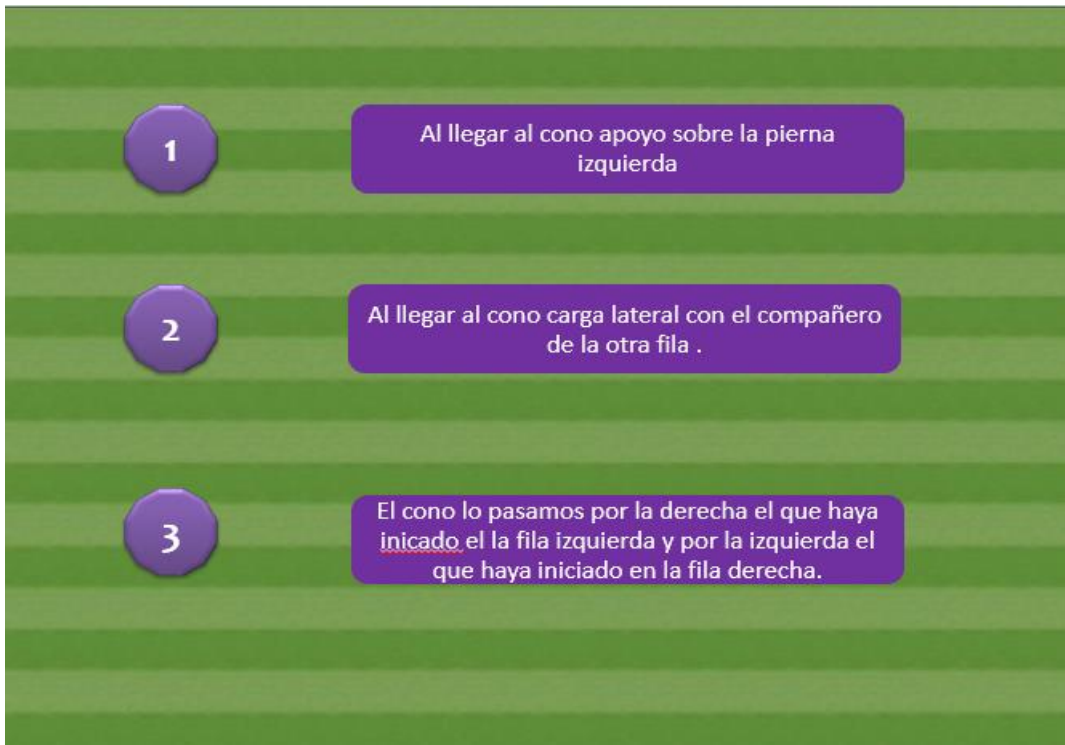


### 5.2.2. Ejercicio 2



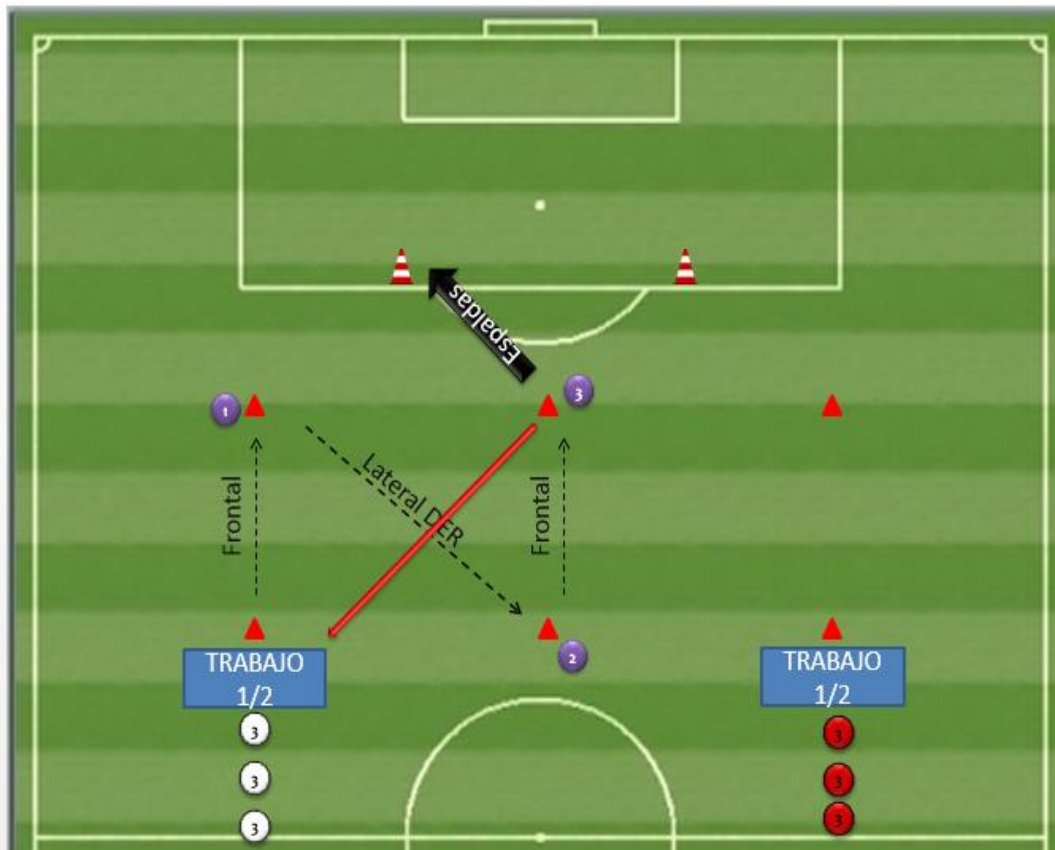
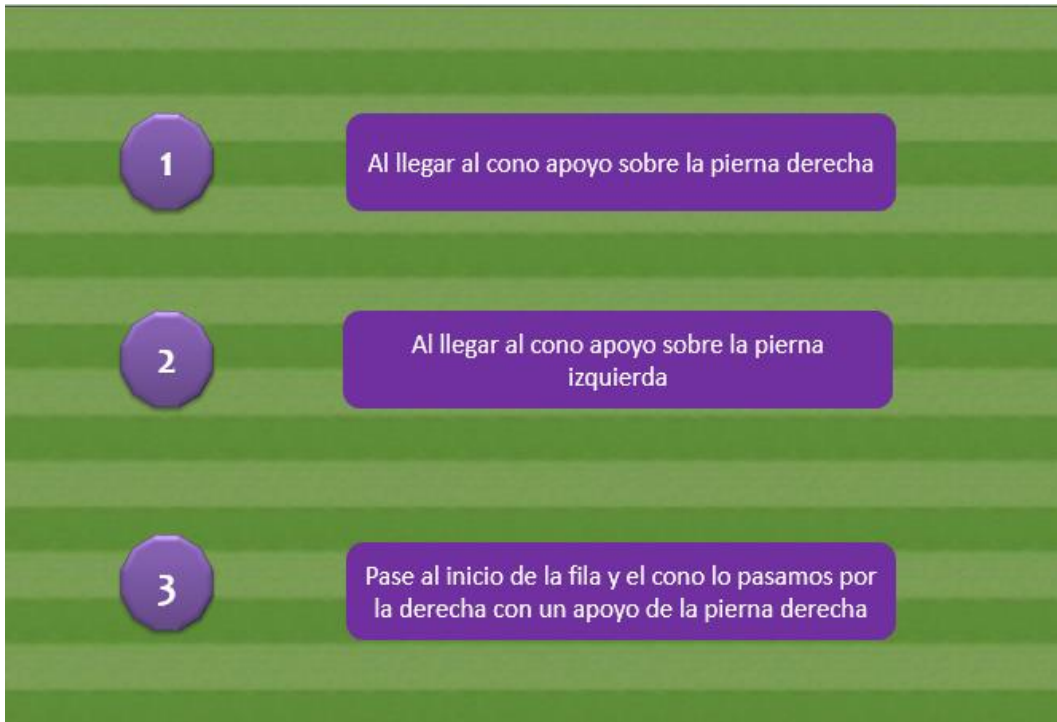


### 5.2.3. Ejercicio 3

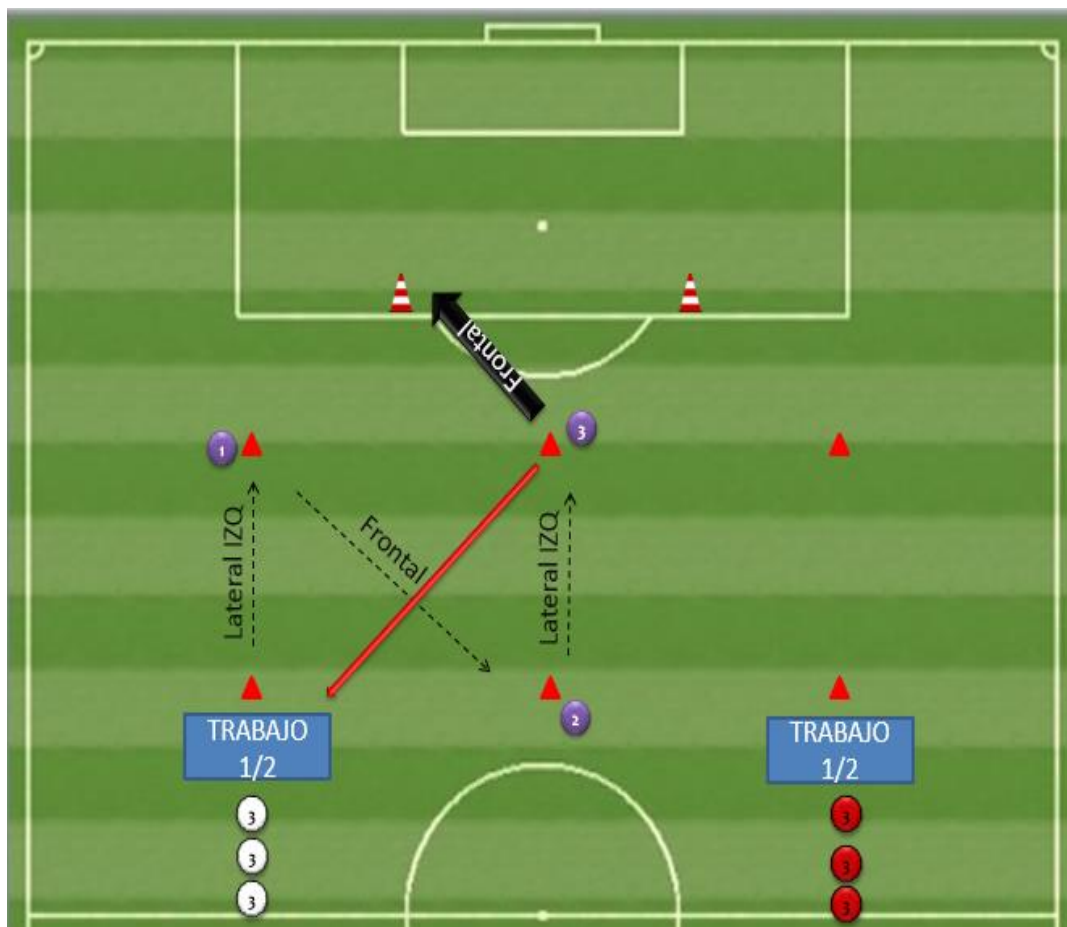
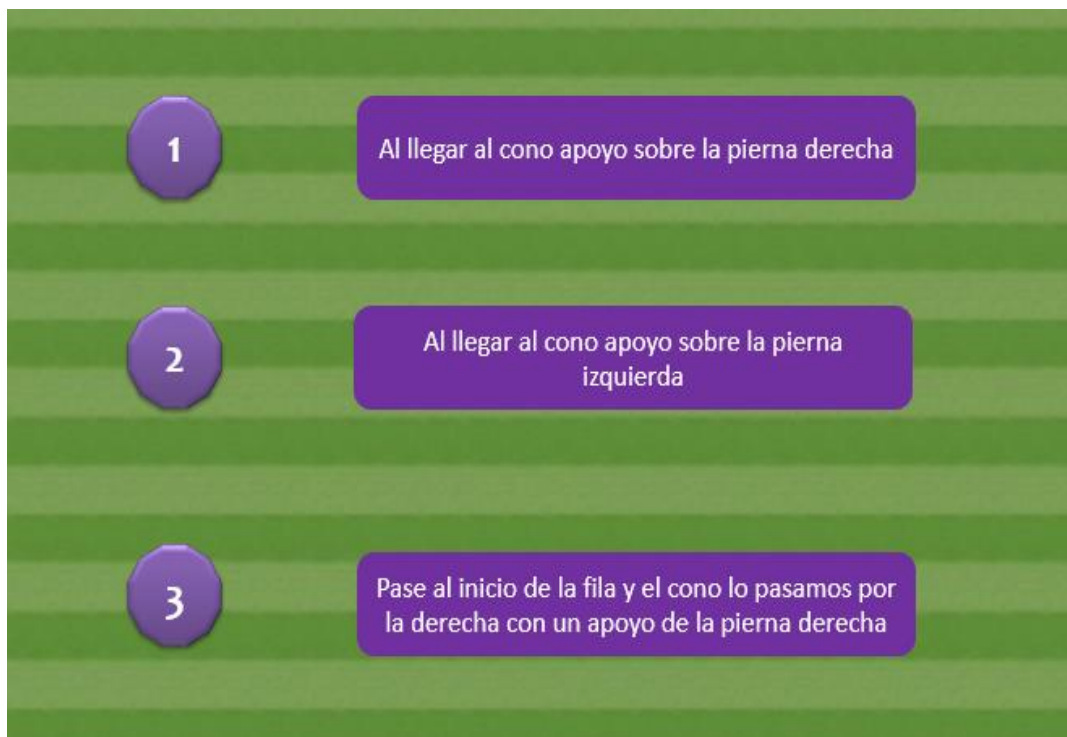


### 5.3. Bloque 2: Con balón

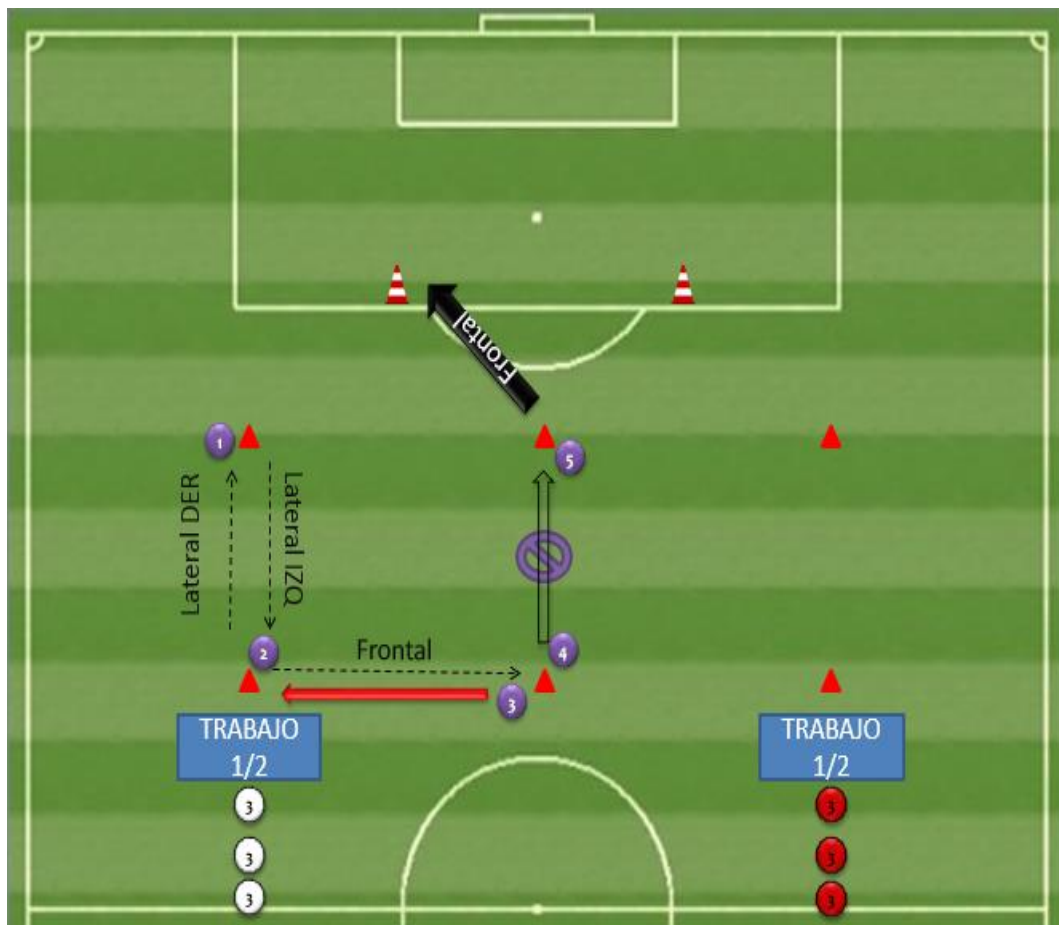
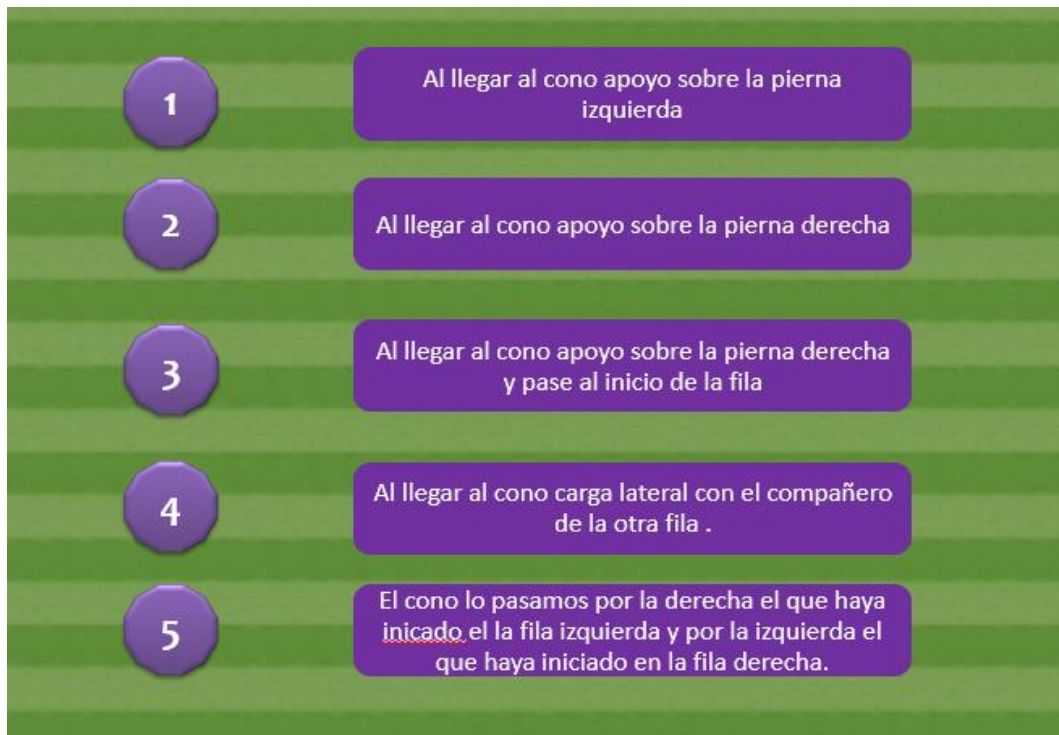
#### 5.3.1. Ejercicio 1



### 5.3.2. Ejercicio 2



### 5.3.3. Ejercicio 3



#### 5.4. Cronograma

En cuanto a la estructura de los protocolos y a sus parámetros de carga, la composición ideal de los programas preventivos es todavía desconocida (Taylor et al, 2015)

Aspectos como la duración de dichos programas y su frecuencia de aplicación no están todavía claros, pudiendo ser estos unos de los factores más limitantes a la hora de obtener resultados concluyentes.

Según Soligard et al., (2010), debemos poner en práctica al menos 1,5 sesiones preventivas/semana para poder obtener resultados positivos en cuanto a la reducción del riesgo lesional, y una adherencia al programa superior al 70% (Kiani et al, 2010).

Estos ejercicios se deberán realizar uno o dos días por semana. En caso de que se realicen dos días deberán ser intercalados.

*Tabla 5 Semana tipo para equipo con 3 entrenamientos/semana*

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
X	Descanso	X	Descanso	Trabajo de prevención para el LCA	Partido	Descanso

*Tabla 6 Semana tipo para equipo con 4 entrenamientos/semana*

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
X	Trabajo de prevención para el LCA	X	Trabajo de prevención para el LCA	Descanso	Partido	Descanso

## 6. Resultados esperados

Se trata de un estudio que ha de ser a largo plazo y realizado durante varios años, véase el que se está llevando a cabo en las instalaciones de Lezama con las categorías inferiores del Athletic Club de Bilbao, donde es el cuarto año de estudio a falta de otros seis por estudiar.

No podría aventurarme a decir los resultados que se esperan ya que ni allí mismo en Lezama saben con exactitud si un protocolo de intervención específico para esta lesión va a disminuir su índice lesional. Es por ello que habrá que esperar unos años para poder ver los resultados de este estudio a largo plazo.

## 7. Discusión

Los ejercicios se basan en la agilidad y focalizar la participación de los músculos estabilizadores de rodilla, como el glúteo, cuádriceps, isquiotibiales, etc.

La agilidad puede tener influencia positiva en la reducción de las lesiones de LCA por no contacto, se ve apoyado por la afirmación de Kristianslund et al., (2014) que concluyen que un correcto control del valgo y flexión de rodilla junto con una correcta recepción del pie al entrar en contacto con el suelo durante los cambios de dirección podrían ser posibles predictores de la lesión de LCA.

Existen diferentes protocolos como pueden ser los protocolos multicomponente que se aplican en formato calentamiento, tipo 11+ o PEP Program entre otros, son los que obtienen mejores resultados. Sin embargo, debido a las diferentes limitaciones de los estudios analizados, los resultados deben ser interpretados con cautela (Dai, Mao, Garrett y Yu, 2014).

A pesar de los esfuerzos en investigación, los resultados de los estudios centrados en programas de prevención de lesión de LCA en fútbol son inconsistentes y futuros estudios son necesarios para el diseño de nuevos programas (Dai et al., 2014).

## 8. Conclusiones

- Fortalecer los músculos estabilizadores de rodilla tienen gran importancia para la prevención de una lesión de LCA.
- Reproducir situaciones reales de partido donde haya incidencia en la lesión de LCA puede resultar beneficioso.
- El problema de las lesiones de gravedad en la rodilla no solo se producen en el alto rendimiento por ello la importancia de diseñar un protocolo accesible a todos los equipos.
- Resulta de gran importancia intentar reducir el número de lesiones de LCA que se producen, aunque hasta la fecha los protocolos llevados a cabo no sean consistentes.
- Muchos equipos no disponen de tiempo suficiente para realizar un protocolo de prevención en sus entrenamientos, por ello, puede resultar interesante adaptarlo a un calentamiento y de esa forma aprovechar al máximo el tiempo de entrenamiento.

## 9. Futuras líneas de trabajo

Queda claro que la problemática de las lesiones en fútbol y concretamente la de ligamento cruzado anterior no está resuelta.

Por lo que futuras investigaciones y estudios son necesarias con el objetivo de reducir la incidencia de esta lesión en los deportistas a cualquier nivel, con los beneficios que ello proporcionaría tanto a nivel deportivo como a la salud.

## 10. Referencias bibliográficas

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Official Journal of the ESSKA*, 17(7), 705–29.
- Arnason, A., Stefan, B., Gudmundsson, A., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk Factors for Injuries in Football. *American Journal of Sports Medicine*, 32(90010), 5–16.
- Bahr, R., y Maehlum, S. (2007). *Lesiones deportivas*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Chomiak, J., Junge, A., Peterson, L., & Dvorak, J. (2000). Severe injuries in football players. Influencing factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5 Suppl), S58–S68.
- Cos, F., Cos, M. Á., Buenaventura, L., Pruna, R., & Ekstrand, J. (2010). Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. *Apunts Medicina de l'Esport*, 45(166), 95–102.
- Dai, B., Mao, D., Garrett, W. E., y Yu, B. (2014). Anterior cruciate ligament injuries in soccer: Loading mechanisms, risk factors, and prevention programs. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 299–306.
- Del Corral, A., Forriol, F. y Vaquero, J. (2005). *Como curar y prevenir lesiones deportivas*. Navarra: Universidad de Navarra.
- Garrido, R. P., San Roque, J. P., González Lorenzo, M., Diéguez, S., Pastor, R., LópezAndújar, L., y Llorens, P. (2009). Epidemiología de las lesiones deportivas atendidas en urgencias. *Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias*, 21(1), 5–11.
- Gianotti, S. M., Marshall, S. W., Hume, P. A., y Bunt, L. (2009). Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 622–627.
- Hägglund, M., & Waldén, M. (2012). Epidemiology of football injuries. *Dansk Spormedicin*, (4), 10–12.
- Junge, A.; Dvorak, J. & Graf-Baumann, T. (2004). Football injuries during the world cup 2002. *American Journal of Sports Medicine*, 32, 23-27.
- Kapandji. A. (2007). *Fisiología articular, tomo 2, miembro inferior*. 6ª ed. Médica Madrid: Panamericana.

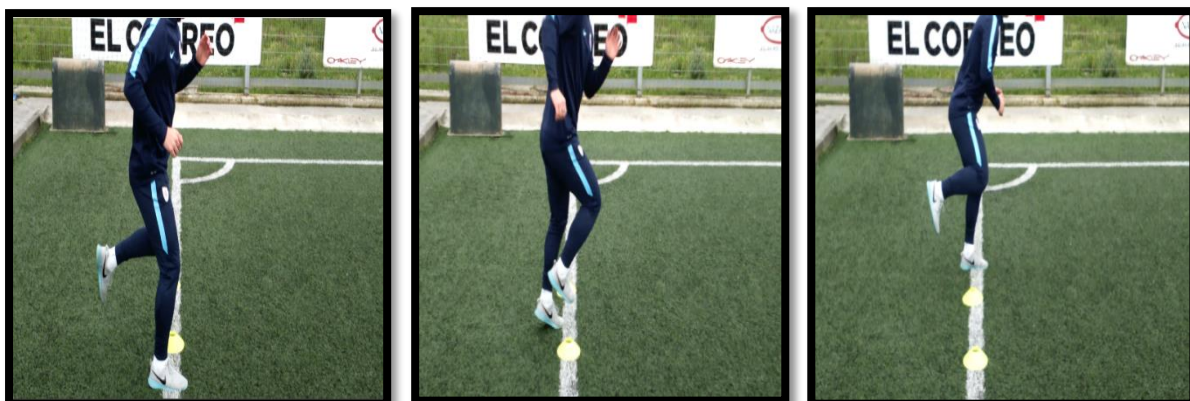


- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R. y Byberg, L. (2010). Prevention of Soccer-Related Knee Injuries in Teenaged Girls. *Archives of Internal Medicine*, 170(1), 43-49.
- Kristianslund, E., Faul, O., Bahr, R., Myklebust, G. y Krosshaug, T. (2014). Sidestep cutting technique and knee abduction loading: implications for ACL prevention exercises. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 779–783.
- Kunz, P. O. R. M. (2007). 265 millones, 2006–2008.
- Llana Belloch, S.; Pérez Soriano, P. y Lledó Figueres, E. (2010). La epidemiología del fútbol: una revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(37), 22–40.
- López, D. (2006). Lesiones del ligamento cruzado anterior en el deportista. *Prevenir. Revista de la mutualidad general deportiva*. 24, 37–47.
- Mandelbaum, BR. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med.*, 33(7), 1003–10.
- Melegati, G., Tornese, D., Gevi, M., Trabattoni, A., Pozzi, G., Schonhuber, H., y Volpi, P. (2013). Reducing muscle injuries and reinjuries in one italian professional male soccer team. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 3 (4), 324–330.
- Myklebust, G., & Bahr, R. (2005). Return to play guidelines after anterior cruciate ligament surgery. *British Journal of Sports Medicine*, 39(3), 127–31.
- Noya J, Sillero M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts Medicina de L'Esport*, 47(176), 115–123.
- Noya, J., Gómez-Carmona, M., Gracia-Marco, L., Moliner-Urdiales, D & SilleroQuintana, M. (2014): Epidemiology of injuries in First Division Spanish football, *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1263–70
- Pastrana, R., De Diego Costa, A., Fernández, V. y García, J. (Coords.). (2007). *Lesiones deportivas: mecanismo, clínica y rehabilitación*. Málaga: Universidad de Málaga/ Manuales.
- Romero, D., y Tous, J. (2011). *Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento deportivo óptimo*. Madrid: Médica Panamericana.
- Roos, H.; Ornell, M. & Gardsell, P. (1995). Soccer after anterior cruciate ligament injury: an incompatible combination? A national survey of incidence and risk factors and a 7-year follow-up of 310 players [see comments]. *Acta Orthop Scand*, 66, 107–12.

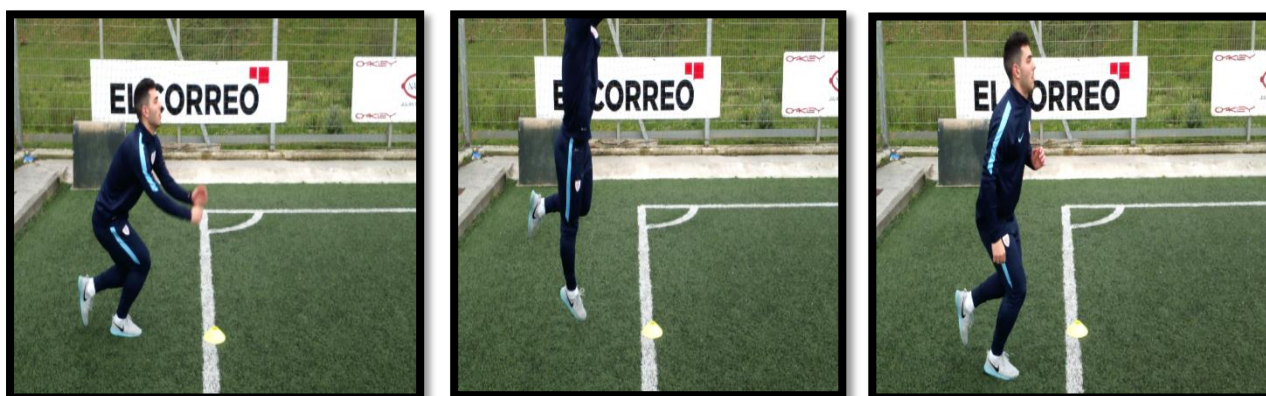
- Rubio, S., y Chamorro, M. (2000). Lesiones en el deporte. *Revista Arbor CLXV, 650 Consejo superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*. Febrero, 203–225.
- Soligard, T., Nilstad, A., Steffen, K., Myklebust, G., Holme, I., Dvorak, J., & Andersen, T. E. (2010). Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *British journal of sports medicine, 44*(11), 787–793.
- Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O. E., Holme, I., & Bahr, R. (2008). Preventing injuries in female youth football—a cluster-randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 18*(5), 605–14.
- Taylor, J.B., Waxman, J.P, Richter, S.J., Shultz, S.J. (2015). Evaluation of the effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention programme training components: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 49*, 79–87.
- Tscholl, P., O’Riordan, D., Fuller, C.W., Dvorak, J., Gutzwiller, F., Junge, A. Causation of injuries in female football players in top-level tournaments. *British Journal of Sports Medicine, 41*(Suppl 1), i8-14.
- Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. (1992) Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med.*, 14, 82–99.
- Waldén, M., Hägglund, M., Magnusson, H., & Ekstrand, J. (2011). Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, (19)*, 11–19.
- Waldén, M., Hägglund, M., Werner, J., & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, (19)*, 3–10.
- Wong, P., y Hong, Y. (2005). Soccer injury in the lower extremities. *British Journal of Sports Medicine, 39*, 473-482.
- Woo, S. L., Wu, C., Dede, O., Vercillo, F., & Noorani, S. (2006). Journal of Orthopaedic Surgery and Research. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 1*, 2.

## 11. Anexos

### Anexo 1; Trabajo inicial 1



### Anexo 2; Trabajo inicial 2



### Anexo 3; Observación 1 (Ejercicios 1 y 2)



Anexo 4; Observación 2 (Ejercicios 1 y 2)



Anexo 5; Observación 3 (Ejercicios 1 y 2)



Anexo 6; Observación 1 (Ejercicio 3)



Anexo 7; Observación 2 (Ejercicio 3)

