



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENTRENAMIENTO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO  
**Curso Académico 2018-2019**

Análisis de la técnica de salto y aterrizaje en la prevención de lesiones de LCA y su relación con la flexión dorsal: propuesta de intervención.

Autor: Jorge García Álvarez  
Tutor: Olga Molinero González

Fecha:

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

---

## RESUMEN

---

El principal objetivo de este estudio es conocer la relación existente entre el ROM de la flexión dorsal del tobillo y la técnica de aterrizaje tras un *drop jump* y su importancia en las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) en jugadores jóvenes de fútbol. La muestra utilizada estaba formada por 16 jugadores de un equipo de la primera división provincial de León y el instrumento utilizado fue el *Landing Error Scoring System* (LESS) que permite detectar los fallos cometidos durante la ejecución del salto. Una vez registrados los test se dividieron a los jugadores en dos grupos: grupo *riesgo*, formado por 6 jugadores con una puntuación mayor o igual a 6 puntos en el test; y el grupo *no riesgo*, formado por 10 jugadores con una puntuación menor o igual a 5 puntos. Los resultados mostraron una diferencia significativa y un tamaño del efecto alto en la flexión dorsal de los jugadores en función del grupo, así como en el valgo de rodilla tanto en el contacto inicial como en desplazamiento. En otras variables analizadas como el tiempo de contacto, la inclinación de tronco o la flexión de las articulaciones de tronco, cadera y rodilla no encontramos diferencias significativas. Por último, se proponen planes de actuación para cada uno de los jugadores en función de los errores cometidos durante el test y su historial de lesiones en las últimas temporadas.

**Palabras clave:** Dorsiflexión, lesiones, LCA, drop jump, LESS.

---

## ABSTRACT

---

The main aim of this study is to know the relationship between the ROM of dorsiflexion of the ankle and the technique of landing after a drop jump and its importance in anterior cruciate ligament (ACL) injuries in young soccer players. The sample used was made up of 16 players from a team of the provincial first division of León and the instrument used was the Landing Error Scoring System (LESS) that allows detecting the faults committed during the jump. Once the tests were registered, the players were divided into two groups: *risk* group, formed by 6 players with a score greater than or equal to 6 points in the test; and the *non-risk* group, formed by 10 players with a score less than or equal to 5 points. The results showed a significant difference and a high effect size in the dorsiflexion of the players as a function of the group, as well as in the knee valgus in both the initial contact and the displacement. In other variables analyzed, such as contact time, trunk inclination or flexion of the trunk, hip and knee joints, no significant differences were found. Finally, action plans are proposed for each of the players based on the mistakes made during the execution of the test and their history of injuries in recent seasons.

**Key Words:** Dorsiflexion, ACL, injuries, drop jump, LESS.

---

## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 Epidemiología lesional.....	5
1.2 Epidemiología de la articulación de la rodilla.....	8
1.2.a Lesiones del LCA .....	9
1.3 Estructura de la rodilla .....	10
1.3.a El ligamento cruzado anterior .....	11
1.4 Mecanismos lesionales.....	12
1.5 Factores de riesgo.....	13
1.5.a Factores de riesgo no modificables.....	14
1.6.a Factores modificables.....	14
<b>2. OBJETIVOS. ....</b>	<b>16</b>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>17</b>
3.1 Muestra.....	17
3.2 Instrumentos.....	17
3.3 Procedimiento.....	20
3.4 Análisis estadístico.....	21
<b>4. RESULTADOS. ....</b>	<b>21</b>
4.1 Flexión dorsal .....	24
4.2 Tiempo de contacto.....	25
4.3 Valgo de rodilla.....	25
4.4 Flexión de rodilla .....	26
4.4 Inclinación lateral.....	27
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....</b>	<b>31</b>
6.1. Ejemplos de intervención.....	33
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>8. APLICACIONES Y VALORACIÓN PERSONAL.....</b>	<b>38</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>38</b>

**ANEXOS..... 43**

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Todo buen profesional de la actividad física que se dedique al deporte de competición tiene que tratar de alcanzar dos objetivos claros, la mejora del rendimiento y la prevención de lesiones de sus deportistas. Éste último está provocando la aparición de nuevas figuras dentro del mundo del fútbol como las de recuperador y readaptador físico – deportivo, creando así nuevas posibilidades laborales a los graduados de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Sin embargo, son muchos los conocimientos que deben abarcar estos nuevos profesionales para poder desempeñar su trabajo y alcanzar las metas propuestas.

Cuando un equipo de fútbol regresa a la actividad tras el parón de verano, uno de los objetivos que se plantea el cuerpo técnico es que los deportistas sufran el menor número de lesiones posibles a lo largo de la temporada. Por eso, a partir del continuo análisis de las lesiones que se producen durante el año, y basándose en los estudios científicos que hay al respecto, se puede ir actuando sobre los posibles factores que las causan, planteando distintas propuestas de trabajo preventivo, que puede implicar modificaciones en la planificación, pero con un evidente beneficio de cara a mantener o aumentar el rendimiento de los jugadores. Para ello, es necesario comenzar definiendo con precisión el concepto de *lesión*. Según Junge & Dvorak (2000), diversas son las instituciones que abordan este concepto, la *National Athletic Injury Registration System* define lesión como “aquello que limita la participación deportiva al menos al día siguiente”, mientras que el *Consejo de Europa* “establece que la lesión debe provocar una disminución de la cantidad o nivel de la práctica deportiva, la necesidad de tratamiento, o efectos sociales o económicos adversos”. Acudiendo a una asociación más vinculada con el fútbol, la UEFA (*Union European Football Association*) define el término de lesión como “aquella que ocurre durante el horario de sesión de entrenamiento o de competición que causa ausencia para la siguiente sesión de entrenamiento o partido” (Cos, Cos, Buenaventura, Pruna & Ekstrand, 2010).

### 1.1 Epidemiología lesional

---

Una forma de cuantificar las lesiones a lo largo de una temporada, y una de las más utilizadas es el *índice lesional*. Este valor es la suma de todas las lesiones que sufren los jugadores durante la temporada en función del tiempo de exposición (entrenamiento y competición) y se expresa en un índice por cada mil horas. Centrándonos en los estudios que prestan atención a la epidemiología lesional en jugadores de fútbol (tabla 1), podemos ver como en las ligas de fútbol profesional el índice lesional se encuentra entre las 6 y 9 lesiones por cada 1000 horas de exposición, mientras que, en la Champions League, la competición

más importante a nivel de clubes, alcanza las 9,4 (Salces, 2015). Si nos vamos a las estadísticas a nivel individual, encontramos que la media de lesión durante una temporada es de entre 1,3 y 1,4 lesiones por jugador, sufriendo al menos una lesión el 75% de los jugadores. En el ámbito amateur hay menos información sobre este tema, debido a la dificultad de llevar este control en clubes en los que los medios, económicos y personales, son más limitados. Sin embargo, un estudio de Herrero, Salinero & Del Coso (2013) en el que se analizaron las lesiones sufridas por futbolistas amateur durante la temporada 2010-2011, señalaron que y el índice lesional en este tipo de jugadores es de 1,15 en competición y de 0,49 en entrenamientos por cada mil horas de exposición. Hay que tener en cuenta que, en este caso, no registraron los tiempos de exposición debido al gran número de participantes (134,570) y que se estimaron a partir de la referencia de 90 minutos para cada partido de competición y de 2 sesiones de entrenamiento, de 60 minutos cada una, a la semana. Otro trabajo interesante, que incluía este tipo de muestra de estudio (Van Beijsterveldt, Stubbe, Schmjki, Van de Port & Backx, 2015), comprobó la cantidad y el tipo de lesiones producidas comparando entre jugadores profesionales y amateurs. En los equipos profesionales se dieron un total de 286 lesiones en un total de 46194 horas de exposición dando lugar a un índice lesional de 6,2 por cada 1000 horas de exposición, mientras que en los equipos amateurs se produjeron 424 lesiones en 44252, con un índice lesional de 9,6. Hay que tener en cuenta que la muestra utilizada fue de 217 jugadores profesionales y de 456 jugadores amateurs, y aun así el tiempo de exposición fue superior en los jugadores profesionales.

*Tabla 1. Índice lesional en fútbol a partir de estudios epidemiológicos*

<b>Estudio</b>	<b>Muestra</b>	<b>Índice lesional</b>
Noya & Sillero, 2012a.	Profesionales	8,87
van Beijsterveldt et al., 2012.	Amateurs	9,6
Herrero, Salinero & Del Coso, 2013.	Amateurs	1,15 en competición 0,49 en entrenamientos
Van Beijsterveldt et al., 2015.	Profesionales Amateurs	6,2 9,6
Salces, 2015.	Profesionales	9,4 en Champions League
Falese, Della Valle & Federico, 2016.	Profesionales	15,2
Gebert, Gerber, Pühse, Faude, Stamm & Lamprecht, 2019.	Amateur	16,5

Todas las lesiones que nos vamos a encontrar, y lo mismo sucede dentro de un equipo de fútbol, van a afectar de manera muy diferente a cada jugador, incluso tratándose de la misma lesión (diferentes factores de riesgo, tratamientos y planificación en la vuelta a la competición), pero es necesario realizar un profundo análisis de cuáles son las más severas y frecuentes en los jugadores de fútbol. Para conocer cuáles son los tipos de lesiones y la localización más frecuente, hemos consultado algunos de los últimos trabajos sobre la modalidad deportiva del fútbol y su epidemiología lesional (Noya, Gómez Carmona, Moliner-Urdiales & Sillero-Quintana, 2014; Stubbe et al., 2015) encontrando que el principal tipo de lesión que se da en este deporte son las lesiones musculares, con porcentajes elevados que varían entre el 33 y 56% del total. Este tipo de lesiones destacan por producirse principalmente en el muslo, afectando en gran medida al bíceps femoral y al recto femoral, aunque también es común la lesión en la ingle afectando a los aductores. A continuación, aparecen las lesiones ligamentosas, ocupando entre el 20 y 23,5% del total de lesiones, afectando principalmente a las articulaciones de la rodilla y del tobillo. En tercer lugar, las contusiones, que presentan un porcentaje de entre el 16,4 y el 24,7%. Y en cuarto lugar las fracturas con cerca de un 4% de lesiones.

En función de la gravedad, encontramos dos tipos de clasificaciones, por un lado, la utilizada en el trabajo de Montero (2009) en la que diferencia entre lesiones leves (1-7 días de baja), moderadas (8-21) y graves (>21 días); y por otro lado, la propia UEFA establece la siguiente clasificación: leves (1-3 días), menores (4-7 días), moderadas (8-28 días) y graves (más de 28 días). Un estudio analiza las lesiones de la Liga Profesional Española en la temporada 2008-2009, encontrándose un total de 2184 lesiones, de las cuales el 30,1% son catalogadas como leves, otro 30,1% como menores, el 20,6% como moderadas y el 9% como graves (Noya & Sillero, 2012b). Respecto al fútbol amateur, en el trabajo de Gebert, Gerber, Pühse, Faude, Stamm & Lamprecht, (2019) se observa como las lesiones más comunes son las moderadas tanto en entrenamiento como en partido, destacando nuevamente las producidas en el tobillo, muslo y rodilla.

Centrándonos en las lesiones catalogadas como graves, queremos destacar varios estudios: por un lado, Gómez Ruiz (2014) que afirma que, dentro de las lesiones graves, las lesiones de rodilla son las que representan un mayor porcentaje (21%). Un trabajo de Stubbe et al. (2015), muestra un tiempo de baja media necesario de 45 días para volver a la competición tras haber sufrido una lesión de rodilla. Y, por último, el estudio de Noya & Sillero (2012b), en el que se analizan por separado las lesiones ligamentosas, se observa cómo el 38,4% de ellas afectan a la articulación de la rodilla y que los días de baja promedio que provocan las lesiones de la rodilla son de 81,48 días, más del doble que de las lesiones de

tobillo (38,06 días). Por lo tanto, en el siguiente punto nos centraremos en el estudio de dicha articulación, debido a la gran cantidad de tiempo de baja deportiva que puede provocar su lesión.

Tabla 2. Distribución de lesiones más frecuentes en fútbol a partir de estudios epidemiológicos (elaboración propia).

Lesiones más frecuentes según el tipo	Lesiones más frecuentes según la severidad	Lesiones más frecuentes según la localización
Lesiones musculares	Lesiones leves	Muslo
Lesiones ligamentosas	Lesiones menores	Tobillo
Contusiones	Lesiones moderadas	Rodilla
Fracturas	Lesiones graves	Aductor

## 1.2 Epidemiología de la articulación de la rodilla

En este apartado nos centraremos en las lesiones que se producen a nivel de esta articulación, y es que revisando la literatura encontramos que, según el estudio de Herrero, Salinero & Del Coso (2013), que estudia exclusivamente las lesiones ligamentosas, la localización de lesiones más repetida es la de la articulación de la rodilla, con casi un 30%, siendo el ligamento colateral externo (LCE) y el ligamento cruzado anterior (LCA) los más afectados (Figura 1).

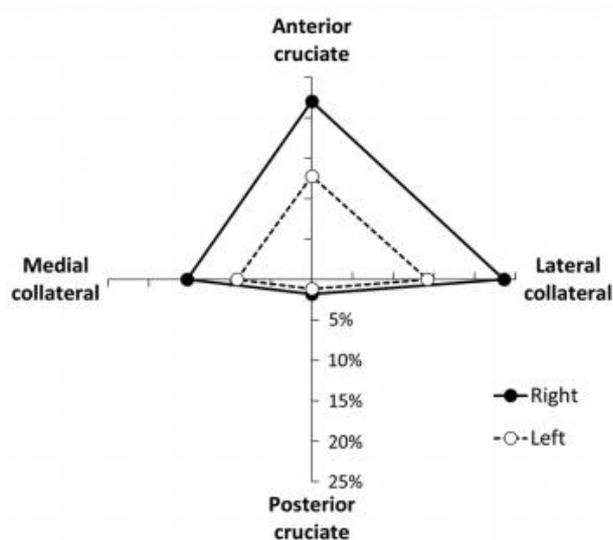


Figura 1. Distribución de las lesiones de rodilla en función del ligamento en futbolistas amateurs (Herrero, Salinero & Del Coso, 2013).

El promedio de días de baja del LCE es de solamente 17,4 días, mientras que aquellas lesiones que afectan al LCA provocan una baja promedio mucho más elevada, siendo de 154 días cuando se produce la rotura de solo este ligamento, y de hasta 170 si se acompaña de la rotura del LCI y del menisco externo, llegando a valores de hasta 225 días de baja deportiva media (Rekik, et al., 2018).

La severidad de las lesiones ligamentosas va a depender del daño producido a nivel del ligamento, una estructura de tejido colágeno que conecta un hueso con otro y que tiene la principal función de estabilizar las articulaciones de manera pasiva. La principal causa de lesión es resultado de un traumatismo agudo, provocando una distensión del ligamento debido a una posición extrema de la articulación. Por lo tanto, en función del daño producido en esta estructura, las lesiones ligamentosas se clasifican en (Bahr & Maehlum, 2007):

- Lesiones ligamentosas leves (grado 1): son aquellas que presentan daño estructural microscópico y escaso dolor local.
- Lesiones ligamentosas moderadas (grado 2): desgarros parciales que suelen producir edema visible y dolor manifiesto, pero sin compromiso de la estabilidad articular.
- Lesiones ligamentosas graves (grado 3): se produce una rotura completa del ligamento con edema y pérdida de estabilidad.

## **1.2.a Lesiones del LCA**

---

La lesión del LCA se define como “una rotura total o parcial del ligamento, por primera vez o de forma recurrente, produciéndose de forma aislada o asociada a otras lesiones concomitantes de la articulación de la rodilla” (Waldén, Hagglund, Magnusson & Ekstrand, 2016). Se trata de una lesión muy estudiada en el mundo del fútbol, sin embargo, no es debido a su incidencia, pues se dan entre 0,4 y 1,7 lesiones de este tipo por cada 1000 horas de exposición y representa alrededor de un 0,8% del total de las lesiones durante una temporada. Su importancia radica en la severidad ya que está considerada como una lesión de tipo grave que provoca una baja competitiva media de 10 meses. Otro dato a tener en cuenta es que entre el 6 y el 13% de los afectados por esta lesión, sufren una recaída (Carballo, Paredes & Miñano, 2017). Uno de los datos más importantes de esta lesión es que alrededor del 70% de los casos se producen por mecanismos indirectos en situaciones de no contacto (Paredes, Martos & Romero, 2011).

La *National Collegiate Athletic Association (NCAA)* establece que en el deporte universitario estadounidense se producen cada año alrededor de 250.000 rupturas de LCA,

siendo necesario un proceso quirúrgico y de rehabilitación para que el deportista pueda volver a competir. Todo este proceso conlleva unos gastos cifrados en 2.000 millones de dólares, sin tener en cuenta la pérdida de sesiones de entrenamiento y de competición de los jugadores (Romero & Tous, 2011). Por lo tanto, debemos darnos cuenta de que, si no trabajamos sobre la prevención de la lesión de LCA, no solo vamos a salir perjudicados a nivel deportivo, sino también a nivel económico, debido a los elevados costes que provoca este tipo de lesiones.

Tabla 3. Características principales de la lesión de LCA en fútbol según estudio epidemiológico.

Tipo de lesión	Severidad	Localización
Ligamentosa	Grave	Rodilla
Incidencia	Días de baja	% de recaída
0,4-1,7/1000h	154-225	6-13%

### 1.3 Estructura de la rodilla

Antes de abordar con profundidad la incidencia de esta lesión en el fútbol, vamos a analizar la estructura a la que nos referimos. La articulación de la rodilla está formada por el extremo distal del fémur y el extremo proximal de la tibia, ambos rodeados por una cápsula articular en la cuya parte anterior se va a situar la rótula. Además, contamos con dos meniscos que van a favorecer la unión de las superficies articulares, y una serie de ligamentos que van a dar estabilidad a la articulación. Se diferencian el ligamento colateral tibial y el ligamento colateral peroneo, situados fuera de la cápsula articular, y los ligamentos cruzados, considerados como espesamientos de dicha cápsula en la fosa intercondílea: ligamento cruzado anterior (LCA) y ligamento cruzado posterior (LCP). Pero los ligamentos no van a ser las únicas estructuras que aporten estabilidad a la rodilla, ya que va a haber una serie de músculos que se comportan como *ligamentos activos* teniendo una gran responsabilidad en la estabilidad de esta articulación. El ligamento colateral externo y el ligamento colateral interno se ven reforzados por la intervención del tendón del músculo tensor de la fascia lata y de los tendones de los músculos de la denominada *pata de ganso* (sartorio, grácil y semitendinoso) respectivamente. También hay que destacar la importancia del cuádriceps femoral que aporta estabilidad anteroposterior. Por último, es importante destacar la actuación de los elementos capsuloligamentosos y musculares para evitar un movimiento tan importante que veremos a continuación como la hiperextensión de rodilla. En este movimiento, en el que

se puede lesionar el LCA, destacan los ligamentos colaterales y el LCP y los músculos flexores de rodilla cuya actuación impedirán la hiperextensión de la articulación (Kapandji, 2010; Bahr & Maelhum, 2007).

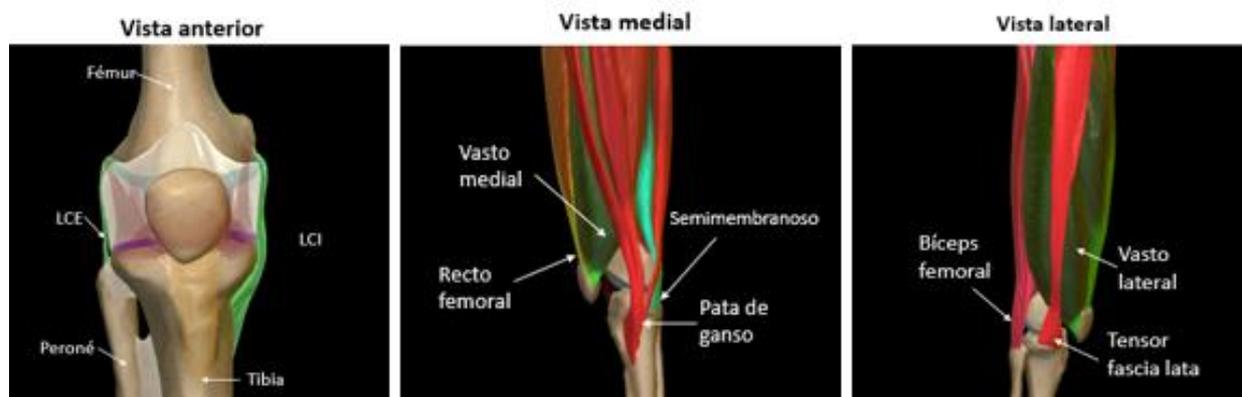


Figura 2. Estructuras destacadas de la articulación de la rodilla (editado de la aplicación Anatomy Learning).

### 1.3.a El ligamento cruzado anterior

Se trata de un ligamento que nace en la parte interna de la superficie articular de la tibia y va hasta el cóndilo externo del fémur. Cuenta con tres haces: el haz anterointerno que es el más largo y el más expuesto a traumatismos, el haz posteroexterno que es el más resistente y el haz intermedio. Las mediciones anatómicas hablan de valores de entre 22 y 41 mm de longitud y de entre 7 y 12 mm de ancho. La principal función de este ligamento es evitar el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur, asegurando la estabilidad posteroanterior de la rodilla. Además, otra de las funciones importantes de este ligamento es hacer de freno ante una hiperextensión de rodilla, debido a que se tensa durante el movimiento de extensión (Forriol, Maestro & Vaquero, 2008; Márquez & Márquez, 2009; Kapandji, 2010).

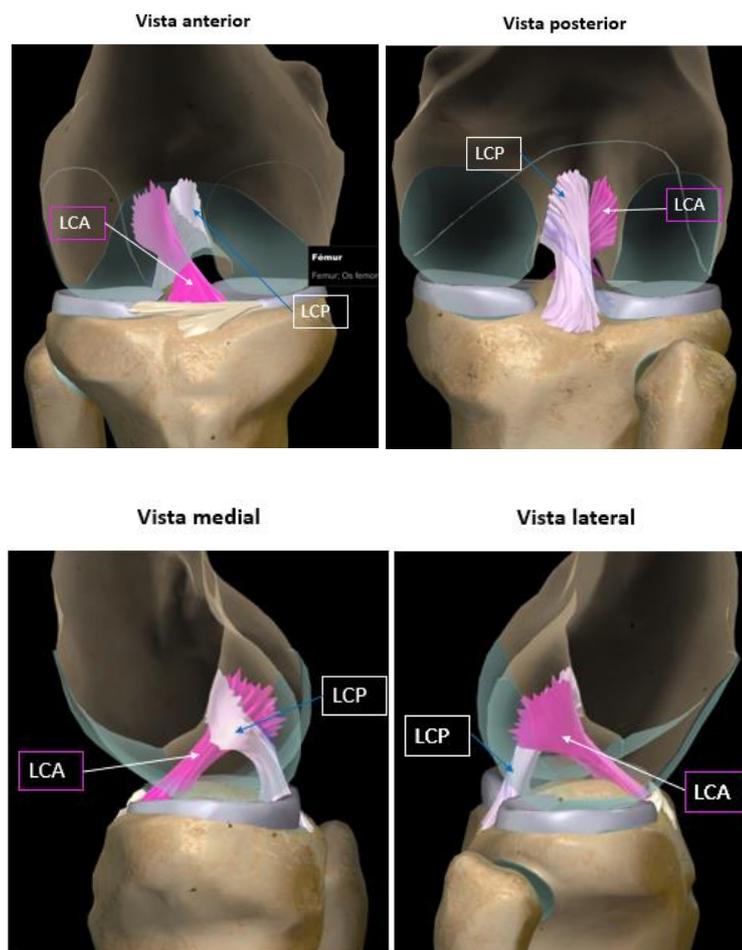


Figura 3. Ligamentos cruzados de las rodillas. LCA: ligamento cruzado anterior; LCP: ligamento cruzado posterior (editado de la aplicación Anatomy Learning).

#### 1.4 Mecanismos lesionales

Como hemos visto, el LCA actúa limitando la traslación anterior de la tibia respecto al fémur, pues esta situación se va a dar en varias de las acciones más importantes que se realizan en el fútbol. A continuación, vamos a exponer los dos principales mecanismos que provocan esta lesión:

- El primer mecanismo en el que nos vamos a centrar, y el que se repite con más frecuencia, es el momento de valgo, que se produce en el giro o cambio de dirección y en el que aparece una rotación interna del fémur sobre la tibia, estando el pie fijo en el suelo. Esto hace que el cuádriceps anteriorice la tibia respecto al fémur, lesionando el LCA (Zahinos, González, & Salinero, 2010). El estudio de Stiffler, Pennuto, Smith, Olson & Bell (2015), define el *valgo de rodilla* como el resultado de la combinación de una aducción y rotación interna del fémur, junto

con la abducción y rotación externa de la tibia durante una sentadilla o aterrizaje del salto.



Figura 4. Momento de lesión de LCA por un mecanismo de valgo de rodilla.

- El segundo mecanismo que podemos encontrar pero que no es tan habitual es la hiperextensión de rodilla, normalmente en el aterrizaje posterior a un salto. Los estudios de Schenck et al., (1999) y Fornalski, McGarry, Csintalan, Fithian & Lee (2008) analizaron con cadáveres las tensiones generadas en el LCA ante el mecanismo de hiperextensión de rodilla, encontrándose que la tensión comienza a ser elevada a partir de los 15° y realmente lesional a partir de los 30°. Sin embargo, concluyeron que, al haberlas realizado a velocidades bajas, valores más bajos de hiperextensión realizados a mayores velocidades, pueden ser igual de dañinos para este ligamento.



Figura 5. Momento de lesión de LCA por un mecanismo de hiperextensión de rodilla.

## 1.5 Factores de riesgo

---

En un deporte como el fútbol en el que se producen continuamente cambios de dirección, aceleraciones, frenadas, saltos y aterrizajes, la articulación de la rodilla va a soportar una gran carga, que muchas veces va a recaer, precisamente, sobre el ligamento cruzado anterior, pero para que se produzca una lesión en la que se llegue a romper, se deben dar varios

factores. La clasificación más utilizada es la que diferencia entre los factores de riesgo intrínsecos: aquellos que hacen referencia a las características biológicas o psicológicas propias del deportista (lesiones previas, flexibilidad articular, inestabilidad funcional); y los factores de riesgo extrínsecos: aquellos que son externos al deportista (factores climáticos, superficie de juego, equipamiento). Sin embargo, en este trabajo utilizaremos otra clasificación que diferencia entre factores modificables: aquellos sobre los que, como profesionales del deporte, podemos actuar; y los factores no modificables: aquellos en los que no vamos a poder influir (Romero & Tous, 2011).

### **1.5.a Factores de riesgo no modificables.**

---

- Género: las chicas suelen tener mayor riesgo de lesión ya que cuentan con valores más pequeños de tamaño de LCA que los chicos, normalizados respecto al peso corporal. Además, el LCA femenino cuenta con una calidad mecánica más baja ya que cuenta con hasta un 22% menos de elasticidad (Griffin et al., 2006).
- Condiciones del terreno de juego: un estudio observó que las lesiones de LCA sin contacto fueron más frecuentes en condiciones de menos lluvia en las que las superficies de juego eran más duras, lo que hace aumentar la tracción del calzado sobre el terreno. Además, se encontró una reducción del 50% en los campos de césped artificial de última generación respecto a los de césped natural (Griffin et al., 2006).
- Factores anatómicos: varios estudios encontraron relación entre el tamaño del LCA y el riesgo de lesión, afirmando que los sujetos con un volumen más pequeño tenían mayor riesgo. Otro factor importante es la medida del surco intercondíleo distal del fémur, ya que se midió la proporción entre la amplitud del surco intercondíleo distal y la del fémur completo, y se estableció que aquellos sujetos con valores por debajo de 0,2, con el surco más estrecho, tenían mayor riesgo de lesión de LCA (Márquez & Márquez, 2009).

### **1.6.a Factores modificables.**

---

- Fatiga: el ejercicio fatigante de un entrenamiento o una competición va a provocar una disminución en la capacidad de generar fuerza, provocando a su vez, una alteración en la capacidad de control neuromuscular del jugador. Esta fatiga va a ser la responsable de perjudicar la calidad de la recepción tras un salto, resultando en una menor flexión de rodillas y cadera y un aumento del valgo de rodilla. Estas modificaciones van a dar lugar a una mayor fuerza de reacción del suelo, y

necesidad de mayor tiempo de estabilización que, junto a la disminución de fuerza de la musculatura isquiosural que se encarga de evitar esa traslación anterior de la tibia, van a aumentar el mecanismo de cizalla anterior tibial, y a su vez la tensión soportada por el LCA (Vanmeerhaeghe, & Rodriguez, 2013).

- Descompensaciones musculares: durante un cambio de dirección se produce una aducción y rotación interna de cadera acompañado de una rotación externa de la rodilla y una gran pronación en el pie. Se ha encontrado una relación entre el déficit de fuerza de los músculos extensores, abductores y rotadores externos de cadera (entre los que se le otorga gran importancia al glúteo mayor y glúteo medio) con el valgo dinámico que se da en esta acción. Además, durante la recepción, una mayor activación del cuádriceps junto con una menor activación de los isquiotibiales (hecho que se da sobre todo en las mujeres), aumentan la posibilidad de lesión del LCA. Otra alteración muscular que puede aumentar el riesgo de lesión es la mayor activación de la musculatura lateral del cuádriceps respecto de la medial y especialmente si viene acompañado de una mayor activación de la parte lateral de la musculatura isquiosural (Vanmeerhaeghe & Rodriguez, 2013).
- Déficit funcional entre extremidades: se define como una falta de equilibrio en la fuerza aplicada entre ambas extremidades, en la que una de ellas va a presentar mayor control dinámico respecto a la otra. Va a provocar sobrecargas mecánicas y mecanismos compensatorios que afectan a la técnica y la postura en situaciones, como saltos verticales con doble apoyo, en las que se supone que ambas piernas actúan de forma simétrica, pero en realidad no es así (Ferrer-Roca, Balius, Domínguez-Castrillo, Linde & Turmo-Garuz, 2014). Se han hallado resultados en los que la pierna no dominante, posee una musculatura más débil y menos coordinada respecto a la dominante, en acciones potencialmente peligrosas para el LCA como son la recepción y desaceleración. Además, la pierna no dominante tiene tendencia a recepcionar con un menor control del centro de presiones, y con menor absorción de las fuerzas de reacción del suelo (Vanmeerhaeghe & Rodriguez, 2013).
- ROM articular: Diversos estudios han encontrado relación entre la falta de movilidad a nivel de la cadera y las lesiones de LCA. La falta de rotación interna de esta articulación, puede provocar alteraciones a nivel de estructuras por encima o por debajo de ellas, siendo una de las más importantes el aumento de estrés que soporta el LCA. Esta falta de ROM en la rotación interna de cadera puede dar lugar a una mayor rotación interna a nivel de la tibia, abducción de rodilla, y por lo tanto, la lesiva traslación anterior de la tibia. Además, está especialmente relacionada

con aquellas lesiones que se producen sin contacto, encontrando valores de rango de movimiento menores en sujetos cuya lesión se produjo de esta manera, en comparación con los que sufrieron la lesión con presencia de un contacto externo (Boutris, Byrne, Hewett, McCulloch, Linter & Harris, 2018; Nakano, Barlett, & Khanduja, 2018). Otro movimiento cuya limitación está vinculada a la probabilidad de sufrir lesión en el LCA es la dorsiflexión del tobillo. Un estudio de Wahlstedt y Rasmussen-Barr (2015), encontró diferencias entre sujetos que habían padecido una lesión de ligamento cruzado anterior y los que no, teniendo estos últimos valores significativamente mayores en la movilidad del tobillo. Otro estudio de Malloy, Morgan, Meinerz, Geiser, & Kipp (2015) estudió la influencia de la flexión dorsal en variables determinantes en la lesión del LCA en mujeres futbolistas. Se encontraron correlaciones entre un mayor ROM en la dorsiflexión y un menor momento de valgo, así como de una mayor flexión de rodilla durante el aterrizaje después de un salto.

Estos últimos datos nos hacen plantearnos la importancia de la movilidad de una articulación tan importante como el tobillo, y el papel que puede jugar sobre las lesiones del LCA. A pesar de haberse estudiado la importancia de la flexión dorsal en el rendimiento en pruebas de aceleración o salto, pocos son los trabajos que se centran en el ROM de este movimiento como factor de riesgo lesional. Por este motivo nos centraremos en estudiar la relación entre el valor de la dorsiflexión y un test de técnica de aterrizaje tras un salto ya que es uno de los principales momentos en los que puede producirse la lesión del LCA.

---

## 2. OBJETIVOS.

---

El principal objetivo de nuestro trabajo es conocer la relación existente entre el ROM de la flexión dorsal del tobillo y la técnica de aterrizaje tras un *drop jump* en jugadores jóvenes de fútbol. Además, trataremos de alcanzar una serie de objetivos específicos como:

- Revisar la literatura científica para conocer la influencia de la lesión de LCA en los futbolistas, así como los factores y mecanismos que provocan esa lesión.
- Conocer si existe relación entre la técnica de salto y la flexión dorsal y otras variables de análisis como el valgo de rodilla, su ángulo de flexión o la inclinación lateral.
- Proponer planes específicos de trabajo para los diferentes jugadores, en función de los resultados arrojados por la evaluación inicial.

---

### 3. METODOLOGÍA.

---

#### 3.1 Muestra

---

El presente trabajo se ha realizado con un club masculino de fútbol de la ciudad de León que milita en la Primera División Provincial, y filial de un primer equipo que milita en la 3ª División Española de Fútbol. El equipo está formado por un total de 22 jugadores, sin embargo, sólo 16 fueron incluidos para el presente estudio debido a que, 2 jugadores entrenan y compiten de forma permanente con el primer equipo, 1 jugador abandonó la plantilla por motivos personales, y 3 jugadores se encontraban lesionados en el momento de la realización de los test, lo cual nos obligó a descartarlos. Finalmente contamos con una muestra de 16 jugadores con las siguientes características:

Tabla 4. Características de la muestra seleccionada.

Edad	Talla (cm)	Peso (Kg)	IMC
21,3	177	76,2	24,4

#### 3.2 Instrumentos.

---

- **Consentimiento informado:** permitirá a los jugadores conocer el objeto del estudio, así como el uso que se hará de los datos obtenidos, que serán totalmente anónimos, tal y como dice la normativa vigente de protección de datos (anexo 1).
- **Pruebas de evaluación:**

Test de salto y aterrizaje: Para analizar la calidad de salto de nuestros jugadores les pediremos que realicen un salto desde una altura de 30 cm hasta una marca situada a la mitad de su talla, y que posteriormente realice un salto vertical con el objetivo de alcanzar la mayor altura posible, obligándoles así a poner toda su atención en realizarlo con la mayor potencia posible sin que se centren en la técnica.



Figura 6. Ejemplo de realización del test de salto y aterrizaje (Padua et al., 2009).

Antes de realizar la grabación le pedimos a cada jugador que realizara un calentamiento (tabla 5) con el objetivo de que fueran capaces de alcanzar la mayor altura posible sin riesgo de producirse una lesión. Le permitimos realizar el salto 2 veces con la intención de familiarizarse con el gesto y posteriormente se procedió a grabar la ejecución. Para ello, utilizamos dos móviles con cámara de alta velocidad con los que grabamos a 240 frames para poder analizar posteriormente cada gesto. Una de ellas se colocó enfrente del sujeto para obtener la grabación del plano frontal y otra en un lateral a la altura de la marca a la que tenía que saltar para obtener la grabación del plano sagital.

Tabla 5. Calentamiento ejecutado por los jugadores antes de realizar el test de salto.

Calentamiento antes de realizar el test de salto	
10 sentadillas	4 saltos verticales con pausa
10 sentadillas elevando talones	2 saltos verticales con rebote
6 saltos ligeros	2 saltos del test para familiarizarse

Una vez que hemos obtenido la grabación de todos los jugadores, utilizaremos el programa *Kinovea* para analizar las ejecuciones. Para este análisis utilizaremos el *Landing Error Scoring System* (LESS), una prueba de evaluación que permite contabilizar los errores que se producen en la técnica de aterrizaje. Se analizan un total de 17 ítems (Anexo 1), y cuanto mayor sea la puntuación final, peor será la técnica realizada. Según la puntuación total obtenida que determinará la calidad del gesto, los jugadores se dividirán en 4 grupos: *excelente*, aquellos que obtengan una puntuación menor o igual a 4 puntos; *bien*, aquellos que tengan una puntuación de 5 puntos; *regular*, aquellos que obtengan una puntuación de 6

puntos; y *pobre*, aquellos que obtengan una puntuación mayor de 6 puntos (Padua et al., 2009).

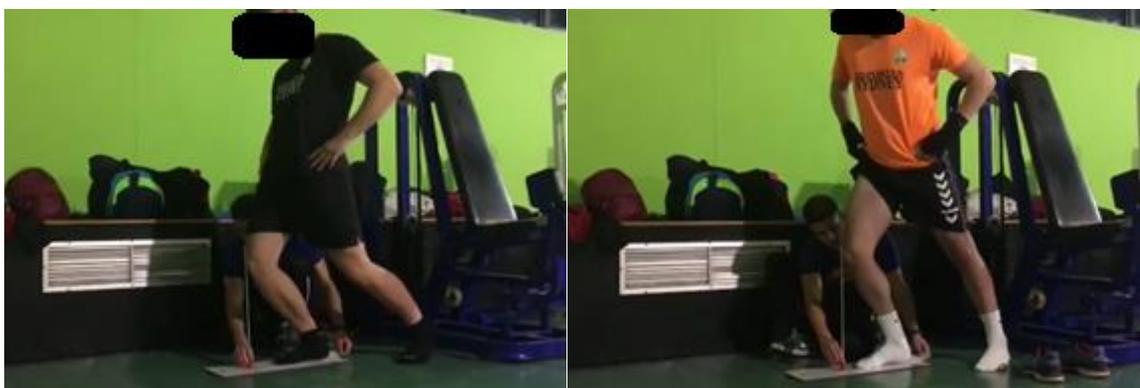
Para facilitar el posterior análisis, dividiremos a los jugadores en dos grupos: *grupo sin riesgo*, aquellos que realizaron el test de forma buena o excelente y obtuvieron una puntuación menor o igual de 5 puntos; y *grupo de riesgo*, aquellos que realizaron el test de forma regular o pobre obteniendo una puntuación mayor o igual a 6 puntos. Para establecer esta clasificación nos hemos apoyado en el estudio de Padua et al. (2015) en el que se encontró un mayor riesgo lesional de LCA en aquellos que tenían una puntuación de 6 o mayor que aquellos que tenían una puntuación de 5 o menor.

Además, pondremos especial atención en una serie de ítems en concreto que posteriormente analizaremos. En primer lugar, nos centraremos en si el jugador realiza un gesto de valgo, como hemos visto anteriormente se considera el principal mecanismo lesional del LCA. Diferenciaremos si este gesto se produce en el contacto inicial o durante cualquier otro momento. Será importante centrarnos en si el jugador se inclina lateralmente hacia uno de sus lados durante el aterrizaje, ya que eso puede indicar debilidad de la musculatura que recibe la carga y se relaciona con mayor probabilidad de lesión (Bell, Smith, Pennuto, Stiffler & Olson, 2014). Por último, será importante ver la flexión de las articulaciones del tronco, cadera y rodilla, ya que, si ejecutamos el aterrizaje con una falta de rango de movimiento en estas articulaciones, no podríamos absorber la energía externa de manera correcta y estaríamos realizando el llamado *stiff landing*. Este concepto de aterrizaje estaría provocado por una gran rigidez de nuestras piernas que haría que las fuerzas de reacción del suelo fueran mayores y por lo tanto tuviéramos que soportar mayores niveles de carga (Steele & Sheppard, 2016).



Figura 7. Ejecución de aterrizaje con falta de rango de movimiento (*stiff landing*) y con rango de movimiento óptimo

Test de valoración de la flexión dorsal: Para analizar el rango de movimiento de la flexión dorsal de nuestros jugadores utilizaremos la tecnología y el protocolo validado de *CheckyourMotion* en 2015. Para ello, los sujetos se colocaban de pie sobre el sistema *Leg Motion*, tal y como se ve en la figura 7, y se les pide que, manteniendo las manos en la cintura y sin levantar el talón, realicen un movimiento de “*lunge*” para hacer contactar su rodilla con la varilla metálica. Se repite el test hasta que el sujeto no es capaz de alcanzar la varilla o levanta el talón para alcanzarla, definiendo así el valor de flexión dorsal como la distancia máxima entre el dedo del pie y la varilla siempre y cuando mantenga el contacto durante tres segundos sin levantar el talón (Calatayud, Martín, Gargallo, García-Redondo, Colado & Marín, 2015).



*Figura 8. Realización del test de la valoración del ROM de la flexión dorsal.*

### **3.3 Procedimiento.**

---

Una vez iniciado el año 2019, y como parte del cuerpo técnico del equipo, le comenté al entrenador y presidente la idea de llevar a cabo un trabajo de investigación con los jugadores del equipo. A comienzos de febrero obtuve la confirmación por parte de la coordinación del club y, una vez concretado el objeto de estudio del presente trabajo, así como las pruebas a realizar, expuse a los jugadores la intención de llevarlo a cabo con ellos. Tras haber dado su aprobación, les entregué una hoja para que completaran y firmasen el consentimiento informado, en el que se garantizaba que los procedimientos seguidos en la investigación serían realizados conforme a las normas éticas de la Universidad de León, y de acuerdo con la Ley de Protección de datos y la Declaración de Helsinki, así como la garantía de tratamiento confidencial y anónimos de los resultados, los cuales serán utilizados únicamente con fines científicos y académicos. La primera semana de marzo realizamos el test de valoración de la flexión dorsal y la siguiente semana ejecutaron el test de salto. Posteriormente procedimos a realizar el análisis estadístico de los datos, utilizando la puntuación total del instrumento para

clasificar a los jugadores en el grupo que le corresponda explicado anteriormente, y a la interpretación de los resultados obtenidos.

### **3.4 Análisis estadístico.**

---

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los datos calculando la media y desviación estándar, frecuencia y porcentaje de los datos recogidos en cada una de las evaluaciones. Así mismo, tras la comprobación de la normalidad y homocedasticidad de los mismos, se realizó un análisis comparativo entre los datos en función del nivel de riesgo (*Grupo Riesgo*, *Grupo No Riesgo*) a través de la prueba *t-student* para muestras independientes, o de la prueba chi cuadrado ( $X^2$ ) cuando correspondiera. Finalmente se llevó el cálculo del tamaño del efecto mediante el índice *G de Hedge* (*Hedge's G*), considerando un tamaño del efecto pequeño con valores menores de .20, efecto mediano con valores entre 21 y 50, y grande con valores mayores de 50 (Lakens, 2013), incluyendo el índice *common lenguaje effect* (CL Effect) para la mejor comprensión e interpretación de los datos obtenidos. El nivel de significación tenido en cuenta para todas las pruebas fue de  $p < 0.05$ . El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) 24, el cálculo del tamaño del efecto mediante *Excell* facilitado en Lakens (2013), al igual que para el tratamiento gráfico de los mismos.

---

## **4. RESULTADOS.**

---

Tras el análisis de los resultados obtenidos en el salto, clasificamos las diferentes ejecuciones según Padua et al. (2009), encontrando 7 jugadores con una puntuación menor o igual de 4 (*excelente*), 3 jugadores con una puntuación de 5 (*bien*), 3 jugadores con una puntuación de 6 puntos (*regular*) y 3 jugadores con una puntuación mayor de 6 puntos (*pobre*). Además, establecimos los dos grupos explicados anteriormente, encontrándose 10 ejecuciones correspondientes al grupo *no riesgo* y 6 correspondientes al grupo *riesgo* (figura 8).

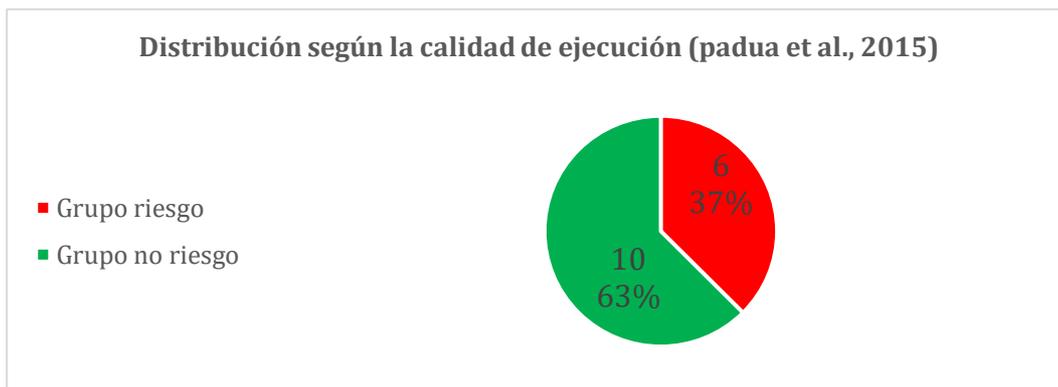


Figura 9. Distribución de las ejecuciones en función de los estudios de Padua et al., (2015)

En los siguientes apartados comentaremos los resultados encontrados en cada una de las variables, destacando no solo la significación, sino también el tamaño del efecto para poder argumentar la importancia que tiene esa variable dentro de los resultados. Se observa como la media de la puntuación total es significativamente mayor en el grupo de *riesgo* ( $p_{\text{puntuación total}} = 0,000^{***}$ ) respecto al grupo de *no riesgo* destacando además un tamaño del efecto grande. El tamaño del efecto y la significación también van a ser importante en la flexión dorsal de ambos tobillos ( $p_{\text{flexión dorsal izquierda}} = 0,000^{***}$ ;  $p_{\text{flexión dorsal derecha}} = 0,00^{***}$ ), a diferencia de la asimetría analizada en esa variable y del tiempo de contacto en el aterrizaje previo al salto ya que cuentan con un nivel de significación y un tamaño del efecto realmente bajo (tabla 6).

En cuanto a los ítems en los que más errores se produjeron durante el test, destacan, en el grupo de *riesgo*: el valgo de rodilla en el momento inicial y en desplazamiento junto a la flexión lateral del tronco y la flexión de rodilla menor de  $30^{\circ}$  en el contacto inicial. En el grupo de *no riesgo* los errores más comunes fueron: el contacto no simétrico de los pies en el aterrizaje y la flexión de rodilla menor de  $30^{\circ}$  en el contacto inicial, al igual que en el grupo de *riesgo* (tabla 7).

Tabla 6. Resultados de las variables analizadas en los test realizados en función del grupo.

\* $p < 0,05$ . \*\* $p < 0,01$ . \*\*\* $p < 0,000$ .

Variables analizadas	Grupo riesgo (N=6)	Grupo no riesgo (N=10)				
	M±Sd	M±Sd	t	P	Hedge's g	CL effect
Puntuación total	6,67±0,81	3,7±1,25		0,000***	2,52***	0,97
Flexión dorsal izquierda	7,75±3,10	12,5±1,6	-4,54	0,000***	2,22***	0,94
Flexión dorsal derecha	7,73±3,24	11,8±2,18	-3,61	0,003**	1,77***	0,89
Flexión dorsal asimetría	1,08±0,78	1,2±0,91	-0,27	0,786	0,14	0,54
Tiempo de contacto	0,376±0,126	0,389±0,069	-0,26	0,792	0,13	0,53
Flexión de rodilla	29,5±7,44	29,70±6,03	-0,59	0,954	0,028	0,50
Flexión de cadera	34,66±1,75	35,50±4,94	-,039	0,700	0,19	0,56
Flexión de tronco	18,66±4,08	20,50±7,19	-0,56	0,580	0,27	0,58

Tabla 7. Análisis de frecuencia de los fallos que realizaron los jugadores en cada uno de los ítems del test en función del grupo riesgo/no riesgo.

Ítems del LESS	Número de jugadores que realizaron de forma errónea cada uno de los ítems del test: N=16 (%)		
	Total (N=16)	Grupo riesgo (N=6)	Grupo no riesgo (N=10)
Flexión de rodilla inicial <30°	9 (56%)	4 (67%)	5 (50%)
Valgo de rodilla inicial	7 (44%)	5 (83%)	2 (20%)
Flexión de cadera inicial	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Flexión de tronco inicial	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Inclinación lateral del tronco	6 (38%)	4 (67%)	2 (20%)
Flexión plantar tobillo	2 (13%)	1 (17%)	1 (10%)
Pies en rotación externa >30°	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Pies en rotación interna >30°	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<Anchura de hombros	5 (31%)	1 (17%)	4 (40%)
>Anchura de hombros	7 (44%)	3 (50%)	4 (40%)
Contacto inicial no simétrico	8 (50%)	4 (67%)	6 (60%)
Desplazamiento flexión rodilla >45°	1 (6%)	0 (0%)	1 (10%)
Desplazamiento valgo de rodilla	9 (56%)	6 (100%)	3 (30%)
Desplazamiento cadera	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Desplazamiento tronco	1 (6%)	0 (0%)	1 (10%)
Desplazamiento plano sagital	9 (28%)	6 (50%)	3 (13%)
Impresión general	18 (56%)	11 (92%)	7 (35%)

Tabla 8. Resultados de los ítems analizadas en el LESS en función del grupo riesgo/no riesgo.

\* $p < 0,05$ . \*\* $p < 0,01$

Ítem del LESS	Número de jugadores que realizaron de forma errónea cada uno de los ítems analizados: N=16 (%)				P
	Grupo riesgo (N=6)		Grupo no riesgo (N=10)		
	Si	No	Si	No	
Valgo en contacto inicial	5 (83%)	1 (17%)	2 (20%)	8 (80%)	0,013*
Valgo en desplazamiento	6 (100%)	0 (0%)	3 (30%)	7 (70%)	0,006**
Flexión rodilla inicial >30°	2 (33%)	4 (67%)	5 (50%)	5 (50%)	0,515
Flexión rodilla desplazamiento >45°	6 (100%)	0 (0%)	9 (90%)	1 (10%)	0,424
Inclinación lateral	4 (67%)	2 (33%)	2 (20%)	8 (80%)	0,062

#### 4.1 Flexión dorsal

En cuanto a la prueba de ROM de la flexión dorsal, se obtuvieron diferencias significativas ( $p_{\text{flexión dorsal izquierda}} = 0,000^{***}$ ;  $p_{\text{flexión dorsal derecha}} = 0,003^{**}$ ) ya que el grupo de *no riesgo* obtuvo un valor de 12,5 cm en la pierna izquierda y de 11,8 en la pierna derecha, mientras que el grupo de *riesgo* obtuvo valores de 7,75 cm en la pierna izquierda y de 7,33 en la pierna derecha. Por el contrario, no se obtuvieron diferencias significativas en la asimetría de ROM entre una articulación y otra.

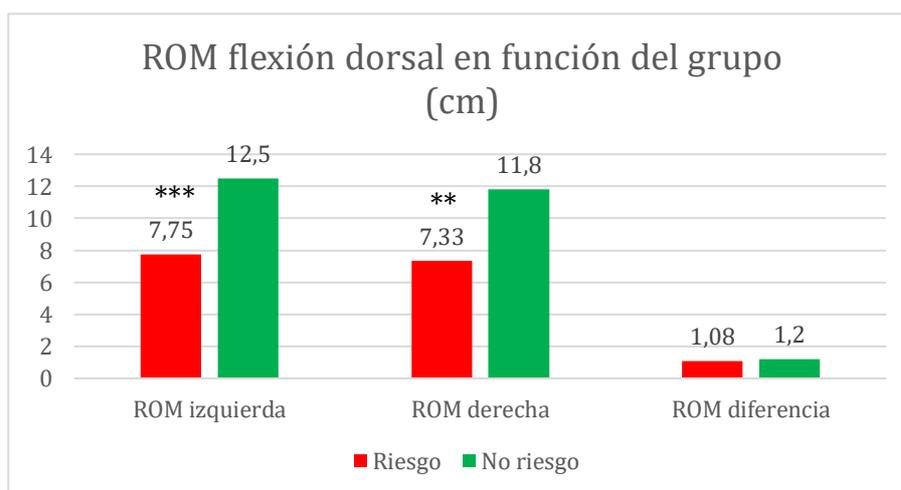


Figura 10. Análisis comparativo de la flexión dorsal en función del grupo, \* $p < 0,05$ . \*\* $p < 0,01$ .

\*\*\* $p < 0,000$

## 4.2 Tiempo de contacto

No encontramos diferencias significativas en el tiempo de contacto con el suelo de los jugadores en función del grupo, siendo los dos valores muy similares.

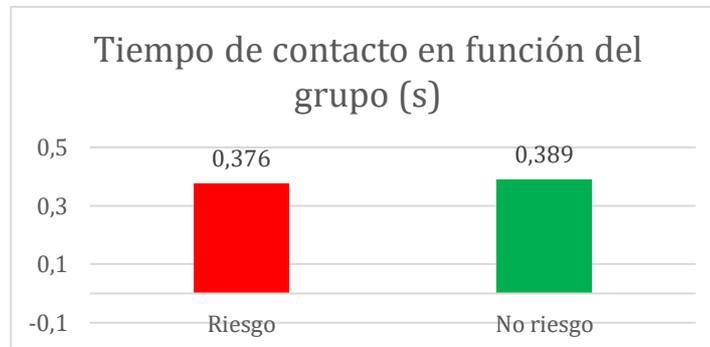


Figura 11. Análisis comparativo del tiempo de contacto en función del grupo.

## 4.3 Valgo de rodilla

En cuanto al valgo de rodilla que se producía en el aterrizaje encontramos diferencias significativas en función del grupo ( $p_{\text{valgo contacto inicial}} = 0,013^*$ ), ya que 5 de los 6 jugadores pertenecientes al grupo de riesgo (83%) realizaban un gesto de valgo en el momento de contacto inicial, mientras que en el grupo de no riesgo solamente era realizado por 2 personas (20%).

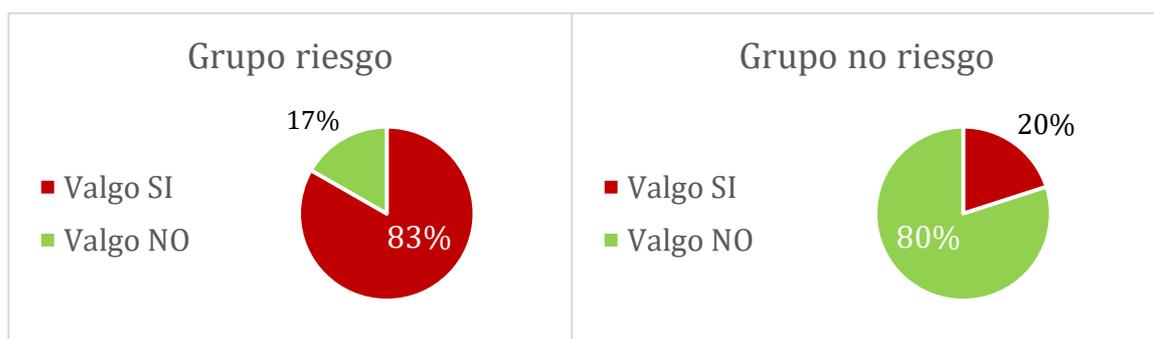


Figura 12. Distribución del valgo de rodilla en el contacto inicial sí o no en función del grupo.

También encontramos diferencias significativas en cuanto al valgo de rodilla en desplazamiento ( $p_{\text{valgo en desplazamiento}} = 0,006^{**}$ ). En el grupo de riesgo, los 6 jugadores cometían valgo de rodilla en algún momento del aterrizaje (100%), mientras que en el grupo de no riesgo esto pasaba en 3 personas (30%)

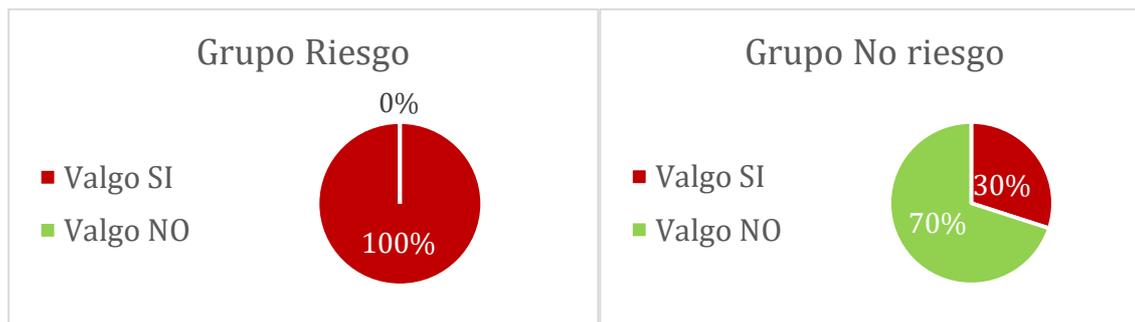


Figura 3.: Distribución del valgo de rodilla en cualquier momento sí o no en función del grupo

#### 4.4 Flexión de rodilla

La flexión de rodilla fue analizada en dos momentos concretos: el contacto inicial de los pies en el suelo, diferenciando entre una flexión mayor o menor de  $30^\circ$  y el momento de máxima flexión, diferenciando entre una flexión mayor o menor de  $45^\circ$ . En el momento de contacto inicial el 67% de los jugadores del grupo de *riesgo* realizaron una flexión menor de  $30^\circ$ , siendo solo el 33% de ellos los que sobrepasaron este rango de movimiento. Sin embargo, en el grupo de *no riesgo*, el 50% de los jugadores tampoco realizaron una flexión de rodilla mayor de esos  $30^\circ$ .

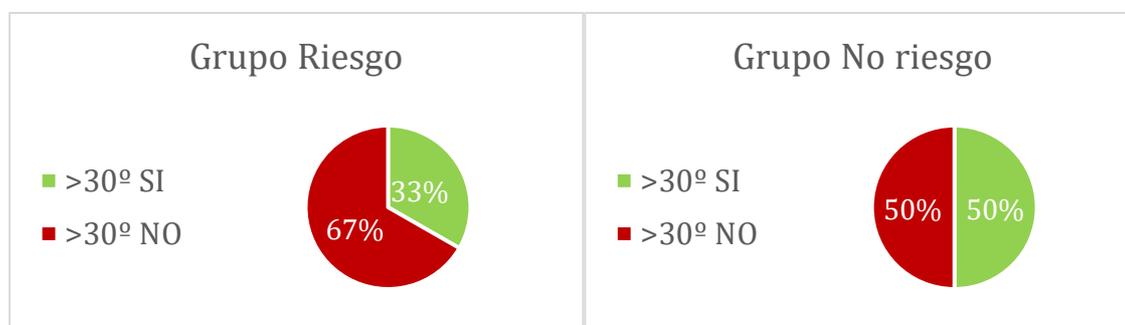


Figura 14. Distribución de la flexión de rodilla en contacto inicial sí o no en función del grupo.

En cuanto al momento de máxima flexión, el 100% de los jugadores del grupo de *riesgo* sobrepasaron los  $45^\circ$  y en el grupo de *no riesgo* solamente el 10% de los jugadores flexionaron las rodillas por debajo del rango establecido.

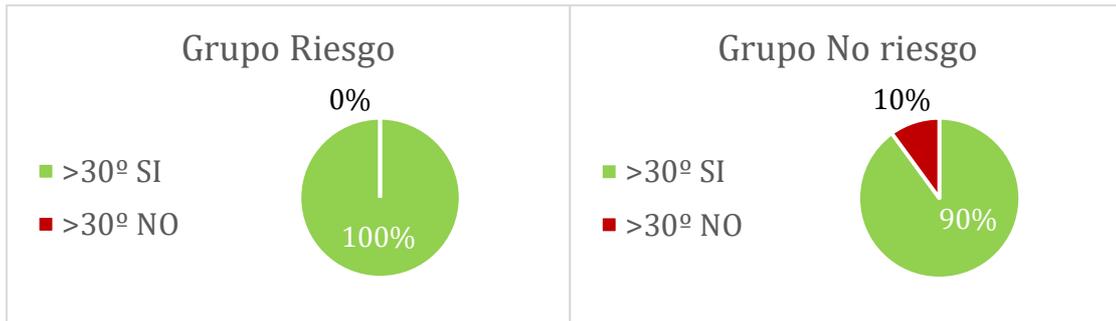


Figura 15. Distribución de la flexión de rodilla en el momento de máxima flexión, sí o no en función del grupo.

#### 4.4 Inclinación lateral

En cuanto a la inclinación lateral se valora si el esternón está centrado sobre las caderas o si hay alguna desviación durante el contacto inicial con el suelo. En el grupo de *riesgo*, el 67% de los jugadores cayeron con el tronco inclinado hacia alguno de sus lados, mientras que en el grupo de *no riesgo* el porcentaje fue solamente del 20%.

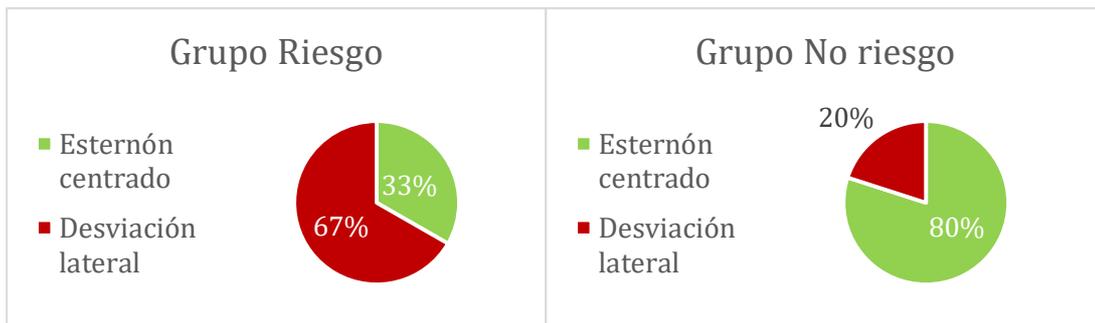


Figura 16. Distribución de la desviación lateral del tronco en el contacto inicial sí o no en función del grupo.

### 5. DISCUSIÓN

El LESS es un instrumento que permite conocer la técnica de aterrizaje de forma sencilla y sin un elevado coste, por lo que es ideal para utilizar en contextos sin grandes recursos. En el trabajo de Padua et al., (2015) se estudió la relación entre la puntuación total y el riesgo de sufrir una lesión de LCA. Se dieron un total de 7 lesiones a lo largo de la temporada, siendo la puntuación media de los 7 casos de 6,24 frente a la media de 4,43 de los sujetos no lesionados. Los errores más comunes que se produjeron en el test entre los lesionados fueron la flexión de tronco y de rodilla, la rotación externa del pie y el valgo de rodilla. En nuestro caso, el grupo de riesgo presenta una puntuación media total de 6,67 y los errores principales

en la realización del test fueron las variables de valgo de rodilla y la flexión de rodilla. El grupo de no riesgo presenta una puntuación total de 3,7 y los errores más comunes fueron la falta de flexión de rodilla en el contacto inicial y el contacto inicial con los pies no simétricos. Así pues, vemos que al igual que en el trabajo de Padua et al., (2015) hay una clara diferencia entre la puntuación de un grupo y otro, reafirmando con un tamaño del efecto grande de 0,97. La puntuación de nuestro grupo de riesgo es muy similar a la de los lesionados del estudio anterior y los errores de falta de flexión y valgo de rodilla se repitieron, por lo que según estos datos, deberíamos centrar nuestra atención en que los sujetos de este grupo fueran capaces de subsanar estos fallos como medida para disminuir el riesgo de lesión.

Los resultados de nuestro estudio muestran una diferencia significativa entre el ROM de la flexión dorsal de la articulación del tobillo y el grupo según la técnica de aterrizaje tras un salto analizada a través de la puntuación total del LESS. Esta significación está apoyada con un tamaño del efecto grande en ambas articulaciones, siendo de 0,94 en el ROM del tobillo izquierdo y de 0,89 en el del tobillo derecho. No hay muchos trabajos que hayan analizado esta correlación mediante la utilización del LESS, sin embargo, un estudio de Stiffler, Pennuto, Smith, Olson & Bell (2015) analizó el ROM de la dorsiflexión en universitarios activos y estudió su influencia en la técnica de aterrizaje y de una sentadilla con las manos por encima de la cabeza (*overhead squat*). Diferenciaron entre el grupo control, que no realizaba valgo de rodilla y el grupo que sí, ya que, como hemos visto anteriormente, es uno de los mecanismos lesionales más importantes del LCA. Este trabajo halló diferencias en el ROM de la articulación del tobillo y el grupo, afirmando que aquellos sujetos que contaban con una limitación de la flexión dorsal realizaban un valgo de rodilla durante la sentadilla. Sin embargo, no hallaron diferencias en cuanto a la puntuación total del LESS. Por lo tanto, ya sea por su efecto en la puntuación total como hemos hallado en nuestro estudio o por la ejecución de la *overhead squat* con valgo de rodilla, debemos ser conscientes de la importancia de la movilidad del tobillo para que nuestros deportistas ejecuten sus gestos de manera eficiente y con ello podamos reducir la probabilidad de sufrir lesiones.

También hemos comparado el tiempo de contacto como variable de rendimiento con el grupo y en este caso no hallamos diferencias significativas, ya que los resultados fueron muy similares. Un estudio de Pietraszewski, & Rutkowska-Kucharska, (2011) analizó el tiempo de contacto después de caer de una altura de 30 cm en estudiantes de tercer año, con una edad media de 23,5 años y los resultados encontrados fueron similares a los nuestros. Sin embargo, no hemos encontrado estudios que hayan analizado la influencia de la técnica de aterrizaje en el tiempo de contacto en un *drop jump*. Esto nos hace pensar que la técnica de ejecución, puede no influir de manera determinante en esta variable, ya que hay otros muchos factores

como la genética, la fuerza elástica o el entrenamiento de la reactividad que van a ser más importantes sobre los resultados.

En nuestro trabajo hallamos diferencias entre ambos grupos en la aparición de valgo de rodilla tanto en el momento de contacto inicial con el suelo como en el momento de máxima flexión. Estos datos se ven confirmados con el trabajo de Malloy et al., (2015) que estudió la influencia de la flexión dorsal y la técnica de aterrizaje mediante la utilización de plataformas de fuerza y dispositivos 3D en mujeres futbolistas jóvenes. Los resultados obtenidos demostraron que una reducción del ROM en la dorsiflexión provocaba mayores momentos de valgo y un menor pico de flexión de rodilla en el momento de aterrizaje. Además, este estudio propuso la posibilidad de aumentar la flexibilidad en esta articulación mediante un correcto trabajo de movilidad y estiramiento. Otro estudio que se centró en la flexión dorsal como objeto de estudio fue el de Fong, Blackburn, Norcross, McGrath & Padua (2011) afirmando también que la flexión dorsal tiene un papel fundamental en la técnica de aterrizaje, aumentando la flexión de rodilla y reduciendo las fuerzas de reacción contra el suelo. Por el contrario, este artículo no encontró relación entre el valor de la dorsiflexión y el momento de valgo. De este modo, podemos ver que no solo en nuestro trabajo, sino que en otros estudios también, creemos que una mejora de la movilidad del tobillo va a mejorar otras variables importantes en el aterrizaje, centrándonos fundamentalmente en la reducción del valgo de rodilla.

El estudio de Podraza & White (2010) destaca la importancia de una correcta flexión de rodilla en el aterrizaje ya que observaron cómo las fuerzas de reacción del suelo y las fuerzas de cizalla disminuyeron significativamente cuando el ángulo de la rodilla era mayor de 25°. En nuestro trabajo no encontramos diferencias significativas en cuanto al ángulo de flexión de rodilla realizado y el grupo de pertenencia. Esto creemos que puede ser debido a que nuestros jugadores no han realizado nunca ejercicios de técnica de aterrizaje y es un aspecto que no tienen en cuenta a la hora de contactar con el suelo. En el estudio de Lin, Liu, Gros, Weinhold, Garret & Yu (2012) se comparó la flexión de rodilla en el aterrizaje en sujetos que habían sufrido lesión en el LCA y en sujetos sanos. La media de aquellos que sufrieron una lesión fue de 22° en hombres y de 24° en mujeres, mientras que en los no lesionados la media fue de 36° en hombres y de 32° en mujeres. Estos autores opinan que una limitada flexión de rodilla puede aumentar las fuerzas de reacción contra el suelo, así como el momento de valgo en el momento de contacto inicial. Por lo tanto, viendo los resultados obtenidos por nuestros jugadores en esta variable será importante enseñarles a realizar una correcta ejecución de aterrizaje en la que las rodillas se flexionen al menos 30° en el contacto inicial de los pies en el suelo.

En la técnica de aterrizaje el LESS cuenta con ítems que se centran en la flexión del tronco y de la cadera, sin embargo, no aportan valores de referencia. En nuestro análisis, no hemos detectado que ningún jugador haya aterrizado con el tronco y la cadera totalmente erguida, aunque el ángulo de flexión podría ser insuficiente. El estudio de Blackburn & Padua (2008) observó cómo una mayor flexión del tronco en el aterrizaje derivaba, a su vez, en una mayor flexión caderas y rodillas aumentando así la activación de la musculatura posterior de la pierna y una menor carga sobre el LCA. Otro estudio de Ali, Robertson & Rouhi (2014) en el que estudian la cinemática del aterrizaje hallaron que, cayendo desde una altura de 20 centímetros el valor medio de la flexión de cadera fue de 23, 3° y de la flexión del tronco de 13, 9°, mientras que, cayendo desde una altura de 40 centímetros, la flexión media de cadera fue de 19,02° y la flexión de tronco de 12, 74°. Estos valores podrían servirnos de referencia ya que la flexión de rodilla media fue mayor de 30° en ambos, pudiendo ser un factor a tener en cuenta si esa flexión de rodilla del jugador es menor de 30°. En el caso de nuestros jugadores, estos valores están por encima, sin embargo, no provocan un aumento de la flexión de las rodillas, algo que trataremos de subsanar con un trabajo de flexores de rodilla para que su activación en el momento de aterrizaje sea mayor.

En cuanto a la inclinación lateral, aunque no hemos encontrado diferencias significativas en función del grupo, en el grupo de riesgo el porcentaje de jugadores que cometen este error es tres veces mayor que en el grupo de no riesgo. A la hora de diseñar la propuesta de actuación tenemos que resaltar la importancia de este fallo ya que el estudio de Bell, Smith, Pennuto, Stiffler & Olson (2014) estudió la puntuación del LESS en personas sanas y en personas con reconstrucción del LCA y encontró información relevante respecto a este ítem. La media total de las personas con lesión del LCA fue de 6,7 puntos frente a los 5,6 del grupo control, un ejemplo más de la diferencia significativa en la puntuación total del test. Además, observaron que en el grupo operado uno de los errores más repetidos y que más difería con el grupo control fue la inclinación lateral del tronco en el momento del aterrizaje. El 67% de los operados cometieron este error, mientras que en los no operados el error fue cometido por el 19% de los participantes. Según este estudio, esto puede deberse en primer lugar a una falta de control neuromuscular en la musculatura del tronco, lo que provocaría el descontrol de esta parte del cuerpo en la caída. Otra explicación posible es la falta de fuerza excéntrica en los cuádriceps debido a que durante el aterrizaje es la musculatura principal que debe absorber las fuerzas de reacción contra el suelo, por lo que sería necesario trabajar esta musculatura de forma excéntrica.

## 6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

A partir de los resultados arrojados por nuestra evaluación previa, y basándonos en la literatura consultada al respecto, para la consecución de uno de los objetivos planteados se propone un protocolo de intervención que los jugadores llevarán a cabo durante la pretemporada. Este protocolo está basado en 5 pilares fundamentales, los cuales hemos visto anteriormente en la bibliografía que pueden ser positivos para mejorar la calidad del gesto de aterrizaje y para prevenir la lesión del LCA. Estos cinco pilares son: el trabajo de técnica de aterrizaje, el fortalecimiento de la musculatura isquiotibial, la mejora de la fuerza excéntrica de los cuádriceps, la ganancia de ROM de tobillo y cadera y el trabajo de la musculatura del centro (*core*) (figura 17).

A pesar de que a partir de la puntuación del test hemos podido distribuir a los jugadores en grupos diferentes (*riesgo – no riesgo*), podemos encontrar a dos jugadores con una misma puntuación y que sea debido a errores diferentes. Por eso, queremos plantear un trabajo lo más individualizado posible centrándonos en corregir los fallos en el test. Dentro del protocolo a realizar, el 50% será una base de trabajo general, un 25% irá dedicado al trabajo específico de los fallos cometidos en el LESS y el último 25% será trabajo preventivo basado en las últimas lesiones que sufrió el jugador (figura 18).

Tabla 9. Aspectos fundamentales en los que se fundamenta el protocolo de actuación.

TÉCNICA DE ATERRIZAJE	FORTALECIMIENTO MUSC. POSTERIOR	EXCÉNTRICO CUÁDRICEPS	GANANCIA ROM	TRABAJO DEL CORE
Estático	Analítico	Analítico	Tobillo	Estático
Dinámico	Global	Global	Cadera	Dinámico
Drop Jump	Específico			Específico

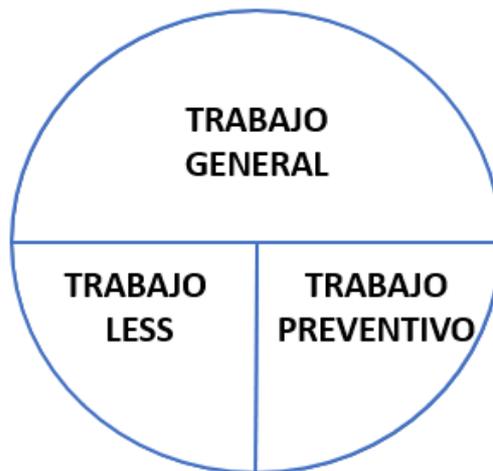


Figura 17. Propuesta de distribución en la organización del trabajo planteado.

El protocolo se planteará para realizarlo durante los meses de julio y agosto coincidiendo con el periodo de transición entre el final de la temporada 2018-2019 y el inicio de la pretemporada 2019-1020. Se dejarán 3 semanas de descanso libre para los jugadores tras el final de la liga el día 18 de mayo hasta la segunda semana de junio. Se les dará un modelo de sesión con los ejercicios elegidos para el primer día de trabajo. A partir de esa sesión el jugador irá aumentando el número de repeticiones (8-10-12) antes de progresar al siguiente ejercicio. Cada uno de los ejercicios irá acompañado de una ficha explicativa con un enlace a un vídeo ejemplificando la realización de forma correcta (anexo 3).



Figura 18. Periodización del trabajo de nuestra propuesta de intervención

## 6.1. Ejemplos de intervención

Ejemplo 1: jugador del grupo de *riesgo* con limitación de la flexión dorsal, y cuyos principales fallos fueron el valgo de rodilla en contacto inicial y en desplazamiento y la inclinación lateral del tronco. El año pasado sufrió una lesión muscular en el recto femoral de su pierna izquierda.

Tabla 10. Valoración individual del jugador 1 tras la ejecución del test.

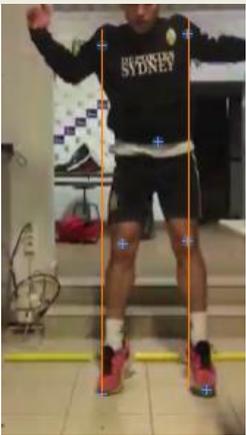
<b>Nombre:</b> XXX		<b>Edad:</b> 20	
<b>ROM izquierda:</b> 9	<b>ROM derecha:</b> 10	<b>Asimetría:</b> 1	
<b>Peso:</b> 80,90 kg	<b>Altura:</b> 182 cm	<b>% Grasa corporal:</b> 10,3	
<b>Lesiones previas:</b> Rotura muscular en el recto femoral de su pierna izquierda			
<b>Plano frontal</b>		<b>Plano sagital</b>	
			
<b>Puntuación total:</b> 7		<b>Grupo:</b> <i>riesgo</i>	
<b>Errores cometidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexión de rodilla &lt;math&gt;&lt;30^\circ&lt;/math&gt; en contacto inicial</li> <li>- Flexión lateral del tronco en contacto inicial</li> <li>- Anchura de hombros &gt; en contacto inicial</li> <li>- Contacto de los pies no simétrico</li> <li>- Valgo de rodilla en movimiento</li> <li>- Desplazamiento plano sagital: medio</li> <li>- Impresión general: pobre</li> </ul>			

Tabla 11. Ejercicios de la propuesta de intervención del jugador 1.

<b>Día 1</b>		
<b>Calentamiento/Movilidad (X2)</b>		
<b>Movilidad tobillo</b> 	<b>Cat-camel</b> 	<b>Rock squat</b> 
<b>Parte principal (X3)</b>		
<b>Clamshell</b> 	<b>Plancha frontal</b> 	<b>Curl isquiotibial</b> 
<b>Peso muerto</b> 	<b>Press palof con goma</b> 	<b>Técnica aterrizaje</b> 

<b>Día 2</b>		
<b>Calentamiento/Movilidad (X2)</b>		
<b>Movilidad isquiotibial</b> 	<b>World greatest</b> 	<b>Movilidad cadera</b> 
<b>Parte principal (X3)</b>		
<b>Sentadilla isométrica</b> 	<b>Dead bug</b> 	<b>Puente de glúteo</b> 
<b>Excéntrico cuádriceps</b> 	<b>Plancha lateral</b> 	<b>Técnica aterrizaje</b> 

Ejemplo 2: jugador del grupo *no riesgo* con el fallo principal de poca flexión de rodillas en contacto inicial y aterrizaje asimétrico de los pies. El año pasado sufrió una lesión muscular en el aductor mayor de su pierna derecha.

Tabla 12. Valoración individual del jugador 2 tras la ejecución del test.

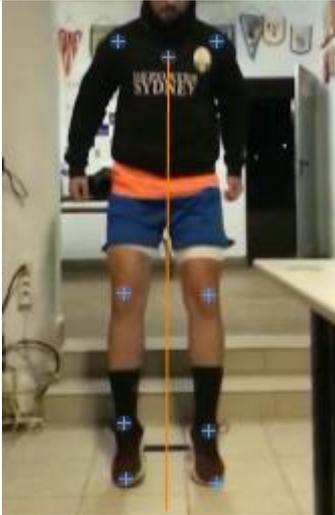
<b>Nombre:</b> XXX		<b>Edad:</b> 21	
<b>ROM izquierda:</b> 10,5	<b>ROM derecha:</b> 11	<b>Asimetría:</b> 0,5	
<b>Peso:</b> 80,90 kg	<b>Altura:</b> 179 cm	<b>% Grasa corporal:</b> 10,7	
<b>Lesiones previas:</b> rotura muscular en el aductor mayor de su pierna derecha			
<b>Plano frontal</b>		<b>Plano sagital</b>	
			
<b>Puntuación total:</b> 4		<b>Grupo:</b> <i>no riesgo</i>	
<b>Errores cometidos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexión de rodilla &lt;math&gt;&lt;30^\circ&lt;/math&gt; en contacto inicial</li> <li>- Anchura de hombros &gt; en contacto inicial</li> <li>- Contacto inicial de los pies no simétrico</li> <li>- Impresión general: medio</li> </ul>			

Tabla 11. Ejercicios de la propuesta de intervención del jugador 2.

<b>Día 1</b>		
<b>Calentamiento/Movilidad (X2)</b>		
<b>Movilidad tobillo</b> 	<b>Cat-camel</b> 	<b>Movilidad cadera</b> 
<b>Parte principal (X3)</b>		
<b>Puente de glúteo</b> 	<b>Plancha frontal</b> 	<b>Adductor copenhagen</b> 
<b>Sentadilla isométrica</b> 	<b>Press palof con goma</b> 	<b>Técnica aterrizaje</b> 

<b>Día 2</b>		
<b>Calentamiento/Movilidad (X2)</b>		
<b>Rock squat</b> 	<b>World greatest</b> 	<b>Movilidad isquiotibial</b> 
<b>Parte principal (X3)</b>		
<b>Clamshell</b> 	<b>Dead bug</b> 	<b>Excéntrico cuádriceps</b> 
<b>Peso muerto</b> 	<b>Plancha lateral</b> 	<b>Técnica aterrizaje</b> 

## 7. CONCLUSIONES

---

En el presente estudio hemos encontrado diferencias significativas en cuanto a la movilidad de tobillo y el grupo, lo cual quiere decir que un mayor valor en la dorsiflexión del tobillo permite tener una mejor técnica de ejecución del *drop jump*. Es importante atender no solo a los valores de significación sino al tamaño del efecto hallado en esta variable ya que es realmente alto. Este es uno de los motivos por los cuales introducimos ejercicios de movilidad de tobillo en nuestra propuesta de intervención. Sin embargo, como queremos que estos ejercicios sean individualizados para cada uno de nuestros jugadores, habrá casos en los que, si el sujeto cuenta con una movilidad muy amplia, será necesarios ejercicios que ayuden a darle estabilidad a esa articulación.

A partir de esta diferenciación entre los grupos de *riesgo* y *no riesgo* hemos visto como aquellos que tienen una puntuación mayor o igual a 6 puntos cometen principalmente los errores de valgo de rodilla tanto en contacto inicial como en desplazamiento. Este aspecto sería uno de los puntos clave a trabajar en el primer grupo, ya que se trata del principal mecanismo lesional del LCA. Para ello cobrarán gran importancia los ejercicios de glúteo mayor y medio y los de técnica de aterrizaje en los que el jugador tendrá que poner toda su atención en no realizar ese error.

Al contrario de lo que dicen otros estudios, no hemos encontrado diferencias significativas en cuanto a la flexión de rodilla en función del grupo ya que la gran mayoría de los jugadores cometieron este error. Esto creemos que podría deberse a que los jugadores no han realizado nunca ejercicios de técnica de aterrizaje lo cuál no les permite ser consciente de la posición de sus segmentos corporales en el espacio durante la ejecución del gesto. Este es otro de los motivos por los cuales los ejercicios de técnica de aterrizaje serán importantes y deberán ir progresando desde simplemente adoptar una posición correcta hasta realizar saltos con desplazamientos y caídas hasta introducir perturbaciones.

Por último, en el caso de la inclinación lateral no hemos encontrado diferencias significativas, pero es verdad que el porcentaje de error es mucho más elevado en el grupo de *riesgo* que en el de *no riesgo*. Al igual que con el resto de ítems, tendremos que analizar caso por caso a la hora de determinar los ejercicios que proponemos para cada jugador, pero el ejemplo del jugador número 1 es un caso claro de sujeto que, debido a que realiza esa inclinación lateral en el aterrizaje y que sufrió una lesión en los cuádriceps, deberemos mandarle ejercicios de fortalecimiento excéntrico de esa musculatura.

---

## 8. APLICACIONES Y VALORACIÓN PERSONAL

---

Una vez recogidos los datos del test de cada uno de los jugadores, podemos establecer un trabajo adaptado a las necesidades de cada jugador. Este trabajo se realizará durante el periodo de transición entre una temporada y otra y servirá de base para progresar el siguiente curso. Una vez comenzada la pretemporada, mediremos de nuevo la dorsiflexión de los jugadores y realizaremos el mismo test para ver las posibles mejoras en su técnica de ejecución. A lo largo de la temporada introduciremos en los calentamientos de las sesiones ejercicios enfocados a mejorar esos errores, pero estos serán ya mucho más complejos ya que serán mucho más globales y contarán con aspectos reales del juego como compañeros, adversarios y el balón.

Sabemos que, aunque pongamos todo nuestro interés en estos ejercicios con el objetivo de disminuir el riesgo de lesiones, éstas se producen por causas multifactoriales, las cuales van a ser, a veces, imposibles de evitar. Por eso lo que realmente queremos es dotar a nuestros jugadores de conocimientos y estrategias que realmente puedan serles útiles a la hora de reducir la probabilidad de lesionarse y así puedan ofrecer en el terreno de juego el mayor rendimiento posible.

Para finalizar, me gustaría agradecer a todo el cuerpo técnico y jugadores del equipo filial de La Virgen del Camino su disposición hacia la realización de este trabajo, permitiéndome profundizar en el estudio de la lesión de LCA en el fútbol y la importancia de una figura como el preparador físico que trata de evitar que ésta se produzca en sus jugadores.

---

## 9. BIBLIOGRAFÍA

---

Ali, N., Robertson, D., & Rouhi, G. (2014). Sagittal plane body kinematics and kinetics during single-leg landing from increasing vertical heights and horizontal distances: Implications for risk of non-contact ACL injury. *The Knee*, 21(1), 38-46.

Bahr, R., & Maehlum, S. (2007). *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Ed. Médica Panamericana.

Bell, D., Smith, M., Pennuto, A., Stiffler, M., Olson, M., (2014). Jump-landing mechanics after anterior cruciate ligament reconstruction: a landing error scoring system study. *Journal of Athletic training*, 49(4),435-441.

Blackburn, J., & Padua, D. (2008). Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics during a controlled drop landing. *Clinical biomechanics*, 23(3), 313-319.

Boutris, N., Byrne, R. A., Delgado, D. A., Hewett, T. E., McCulloch, P. C., Lintner, D. M., & Harris, J. D. (2018). Is there an association between noncontact anterior cruciate ligament injuries and decreased hip internal rotation or radiographic femoroacetabular impingement? A systematic review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 34(3), 943-950.

Calatayud, J., Martín, F., Gargallo, P., García-Redondo, J., Colado, J. C., & Marín, P. J. (2015). The validity and reliability of a new instrumented device for measuring ankle dorsiflexion range of motion. *International journal of sports physical therapy*, 10(2), 197.

Carballo, A., Paredes, V., & Miñano, J. (2017) Proceso de readaptación de una lesión de lca en base al perfil de actividad física competitiva de un jugador de fútbol profesional. Estudio de caso. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*. 1-12

Cos, F., Cos, M. À., 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.

Falese, L., Della Valle, P., & Federico, B. (2016). Epidemiology of football (soccer) injuries in the 2012/2013 and 2013/2014 seasons of the Italian Serie A. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 426–432.

Ferrer-Roca, V., Balius, X., Domínguez-Castrillo, O., Linde, F. J., & Turmo-Garuz, A. (2014). Evaluación de factores de riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol de alto nivel. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(181), 5-10.

Fong, C. M., Blackburn, J. T., Norcross, M. F., McGrath, M., & Padua, D. A. (2011). Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *Journal of athletic training*, 46(1), 5-10.

Fornalski, S., McGarry, M. H., Csintalan, R. P., Fithian, D. C., & Lee, T. Q. (2008). Biomechanical and anatomical assessment after knee hyperextension injury. *The American journal of sports medicine*, 36(1), 80-84.

Forriol, F., Maestro, A., & Vaquero, J. (2008). El ligamento cruzado anterior: morfología y función. *Trauma Fund MAPFRE*, 19(1), 7-18.

Gebert, A., Gerber, M., Pühse, U., Faude, O., Stamm, H., & Lamprecht, M. (2019). Changes in injury incidences and causes in Swiss amateur soccer between the years 2004 and 2015. *Swiss medical weekly*, 148(4950). Recuperado de <https://smw.ch/article/doi/smw.2018.14690> el 14/05/2019.

Gómez Ruiz, T. J. (2014). Prevención y readaptación de las principales lesiones en el fútbol. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Sevilla.

Griffin, L., Albohm, M., Arendt, E., Bahr, R., Beynon, B., Demaio, M., et al., (2006). Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *The American Journal of Sports Medicine*, 34:1512-1532.

Herrero, H., Salinero, J. J., & Del Coso, J. (2013). Injuries among Spanish male amateur soccer players: a retrospective population study. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(1), 78-85.

Steele, J., Sheppard, J. (2016). *Landing mechanics in injury prevention and performance rehabilitation*. En Joyce, D., & Lewindon, D., *Sports injury prevention and rehabilitation* (pp. 121-1138). Nueva York, EE. UU: Editorial Routledge.

Junge, A., & Dvorak, J. (2000). Influence of Definition and Data Collection on the Incidence of Injuries in Football. *The American Journal of Sports Medicine*, 28, 40–46.

Kapandji, A. I. (2010). *Fisiología articular: Cadera, rodilla, tobillo, pie, bóveda plantar, marcha*. Madrid, España: Editorial Medica Panamericana Sa de.

Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4:863.

Malloy, P., Morgan, A., Meinerz, C., Geiser, C., & Kipp, K. (2015). The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(12), 3550-3555.

Márquez J. J., & Márquez, W. H. (2009). Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia*, 22(3), 256-271.

Nakano, N., Bartlett, J., & Khanduja, V. (2018). Is restricted hip movement a risk factor for anterior cruciate ligament injury? *Journal of Orthopaedic Surgery*, 26(3), 1-6.

Noya, J. S., Gómez-Carmona, P. M., Moliner-Urdiales, D., Gracia-Marco, L., & Sillero-Quintana, M. (2014). An examination of injuries in Spanish Professional Soccer League. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 54(6), 765-771.

Noya, J., & Sillero, M. (2012a). 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., & Sillero, M. (2012b). Epidemiología de las lesiones en el fútbol profesional español en la temporada 2008-2009. *Archivos de medicina del deporte*, 150(4), 750-66.

Ortín Montero, F. J. (2009). Factores psicológicos y socio-deportivos y lesiones en jugadores de fútbol semiprofesionales y profesionales (Doctoral dissertation, Universidad de Murcia).

Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., De La Motte, S. J., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *Journal of athletic training*, 50(6), 589-595.

Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett Jr, W. E., & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*, 37(10), 1996-2002.

Paredes. V., Martos. S., & Romero B. (2011). Propuesta de readaptación para la rotura del ligamento cruzado anterior en fútbol. *Revista internacional de medicina y Ciencias de la actividad física y del deporte*, 11(43), 573-591.

Pietraszewski, B., & Rutkowska-Kucharska, A. (2011). Relative power of lower limbs in drop jump. *Acta of bioengineering and biomechanic* 13(1), 13-18.

Rekik, R. N., Tabben, M., Eirale, C., Landreau, P., Bouras, R., Wilson, M. G., ... & Chamari, K. (2018). ACL injury incidence, severity and patterns in professional male soccer players in a Middle Eastern league. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1), 1-5.

Romero.D, Tous. J., (2011). *Prevención de lesiones en el deporte: Claves para un rendimiento de portivo óptimo*. Madrid. Ed. Médica Panamericana.

Salces, J. (2015). *Análisis de la incidencia lesional en el fútbol profesional español en la temporada 2008-2009*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Schenck Jr, R. C., Kovach, I. S., Agarwal, A., Brummett, R., Ward, R. A., Lanctot, D., & Athanasiou, K. A. (1999). Cruciate injury patterns in knee hyperextension: a cadaveric model. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 15(5), 489-495.

Stiffler, M. R., Pennuto, A. P., Smith, M. D., Olson, M. E., & Bell, D. R. (2015). Range of motion, postural alignment, and LESS score differences of those with and without excessive medial knee displacement. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(1), 61-66.

Stubbe, J. H., van Beijsterveldt, A. M. M., van der Knaap, S., Stege, J., Verhagen, E. A., Van Mechelen, W., & Backx, F. J. (2015). Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *Journal of athletic training*, 50(2), 211-216.

Van Beijsterveldt, A. M., van de Port, I. G., Krist, M. R., Schmikli, S. L., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., & Backx, F. J. (2012). Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 46(16), 1114-1118.

Van Beijsterveldt, A. M. C., Stubbe, J. H., Schmikli, S. L., van de Port, I. G. L., & Backx, F. J. G. (2015). Differences in injury risk and characteristics between Dutch amateur and professional soccer players. *Journal of science and medicine in sport*, 18(2), 145-149.

Vanmeerhaeghe, A. F., & Rodriguez, D. R. (2013). Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(179), 109-120.

Wahlstedt, C., & Rasmussen-Barr, E. (2015). Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(11), 3202-3207.

Waldén, M., Hägglund, M., Magnusson, H., & Ekstrand, J. (2016). ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 744-750.

Zahínos, J. I., González, C., & Salinero, J. (2010). Estudio epidemiológico de las lesiones, los procesos de readaptación y prevención de la lesión de ligamento cruzado anterior en el fútbol profesional. *Journal of Sport and Health Research*, 2(2), 139-150.

---

## ANEXOS

---

### 1. Modelo de LESS

**1. Flexión de rodilla contacto inicial: >30 °**

- Sí (0)  
 No (+1)

**2. Valgo de rodilla contacto inicial: rodillas sobre la parte media del pie**

- Sí (0)  
 No (+1)

**3. Flexión de cadera en el contacto inicial: cadera está flexionada**

- Sí (0)  
 No (+1)

**4. Flexión de tronco en el contacto inicial: con el tronco flexionado**

- Sí (0)  
 No (+1)

**5. Flexión lateral de tronco en el contacto inicial: con el tronco vertical**

- Esternón centrado sobre las caderas (0)  
 Desviación lateral del esternón sobre la cadera (+1)

**6. Flexión plantar del tobillo en el contacto inicial: punta a talón**

- Sí (0)  
 No (+1)

**7. Posición de los pies en el contacto inicial: dedos de los pies >30 en rotación externa**

- Sí (+1)  
 No (0)

**8. Posición de los pies en el contacto inicial: dedos de los pies > 30 en rotación interna**

- Sí (+1)  
 No (0)

**9. Anchura de la postura en el contacto inicial: < anchura de los hombros**

- Sí (+1)  
 No (0)

**10. Anchura de la postura en el contacto inicial: > anchura de los hombros**

- Sí (+1)  
 No (0)

**11. Contacto inicial de los pies: simétrico**

- Sí (0)  
 No (+1)

**12. Desplazamiento de la rodilla en flexión: >45°**

- Sí (0)  
 No (+1)

**13. Desplazamiento del valgo de rodilla: ≥ dedo gordo del pie**

- Sí (+1)  
 No (0)

**14. Desplazamiento de la cadera en flexión: caderas flexionadas más que en el momento inicial**

- Sí (0)  
 No (+1)

**15. Desplazamiento del tronco en flexión: tronco flexionado más que en el momento de contacto inicial**

- Sí (0)  
 No (+1)

**16. Desplazamiento de la articulación (plano sagital)**

- Suave (0)  
 Medio (+1)  
 Fuerte (+2)

**17. Impresión general**

- Excelente (0)  
 Medio (+1)  
 Pobre (+2)

## 2. Consentimiento informado.

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes de esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes. El principal objetivo conocer la relación existente entre el ROM de la flexión dorsal del tobillo y la técnica de aterrizaje tras un *drop jump* en jugadores jóvenes de fútbol.

Los procedimientos seguidos en la investigación serán realizados conforme a las normas éticas de la Universidad de León y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. En todo momento se garantizará el derecho de los participantes a la privacidad y confidencialidad, evitando cualquier tipo de dato identificativo, estando en posesión del consentimiento informado de los deportistas para su participación en el estudio y la publicación de los resultados en formato de libre acceso en Internet (artículo 18. de la Constitución y regulado por la Ley 1/1982, de 5 de mayo, sobre el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen y la Ley 15/1999, de 13 de Diciembre, sobre la Protección de Datos de Carácter Personal).

Le garantizamos un tratamiento confidencial y anónimos de los resultados, los cuales serán utilizados únicamente con fines científicos y académicos.

He sido informado y acepto participar voluntariamente en esta investigación, que tiene como objetivo conocer la relación existente entre el ROM de la flexión dorsal del tobillo y la técnica de aterrizaje tras un *drop jump* en jugadores jóvenes de fútbol para el Trabajo de Fin de Máster de Entrenamiento y Rendimiento deportivo de Jorge García Álvarez.

Reconozco que la información que se recoja en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y será usada única y exclusivamente con fines científicos y académicos, garantizando un tratamiento confidencial y anónimo de los resultados. De tener preguntas sobre la participación en este estudio, puede contactar a Jorge García Álvarez al teléfono 692602688.

Entiendo que puedo solicitar información sobre los resultados individuales de este estudio cuando éste haya concluido.

Doy mi consentimiento para poder publicar las imágenes individuales o con carácter académico y científico se puedan realizar en las diferentes secuencias y actividades realizadas durante la investigación, previo tratamiento gráfico que garantice la confidencialidad y anonimato de las mismas.

-----  
Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

3. Progresiones de los ejercicios de nuestra propuesta (video click en el título).

<b>TÉCNICA DE ATERRIZAJE</b>	
<a href="#"><u>Posición landing bipodal</u></a>	<a href="#"><u>Posición landing unipodal</u></a>
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Desde posición bipodal en punteras y los brazos elevados, nos dejamos caer apoyando las plantas de los pies enteros y flexionando las rodillas más de 30° y con las caderas y el tronco inclinados hacia adelante.</p>	<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Desde posición bipodal en punteras y los brazos elevados, nos dejamos caer apoyando la planta del pie entera y flexionando la rodilla más de 30° y con las caderas y el tronco inclinados hacia adelante.</p>
<a href="#"><u>Landing bipodal en escalera</u></a>	<a href="#"><u>Landing unipodal en escalera</u></a>
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Desde posición bipodal en punteras y los brazos elevados, nos dejamos caer hacia delante y buscamos adoptar la posición de "landing" con las dos piernas.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar flexión mayor de 30° en rodillas y flexionar tronco y cadera</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Desde posición bipodal en punteras y los brazos elevados, nos dejamos caer hacia delante y buscamos adoptar la posición de "landing" con una pierna.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar flexión mayor de 30° en rodillas y flexionar tronco y cadera</li> </ul>
<a href="#"><u>Landing + reactividad bipodal en escalera</u></a>	<a href="#"><u>Landing + reactividad unipodal en escalera</u></a>
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Realizamos saltos bipodales en la escalera sin pausa y cayendo adoptando la posición de "landing" bipodal.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar flexión mayor de 30° en rodillas y flexionar tronco y cadera</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Realizamos saltos bipodales en la escalera sin pausa y cayendo adoptando la posición de "landing" unipodal.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar flexión mayor de 30° en rodillas y flexionar tronco y cadera</li> </ul>

<b>TÉCNICA DE ATERRIZAJE</b>	
<b>Landing desde altura</b>	<b>Landing desde altura + salto</b>
	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Subido en una altura, nos dejamos caer adoptando la posición adecuada de aterrizaje.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar flexión mayor de 30º en rodillas y flexionar tronco y cadera</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Subido en una altura, nos dejamos caer adoptando la posición de aterrizaje y efectuamos un salto vertical.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar flexión mayor de 30º en rodillas y flexionar tronco y cadera</li> </ul>
<b>Landing desde altura + salto con goma</b>	
	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Subido en una altura, con una goma en las rodillas, nos dejamos caer adoptando la posición adecuada de aterrizaje y a continuación realizamos un salto vertical</p>	

<b>CURL FEMORAL DESLIZANTE</b>	
<b><u>Curl femoral deslizante bipodal excéntrico</u></b>	<b><u>Curl femoral deslizante bipodal</u></b>
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Tumbados boca arriba con las rodillas flexionadas y con una superficie deslizante en los pies elevamos la cadera y extendemos las piernas separando los pies de los glúteos. A continuación apoyamos los glúteos en el suelo y volvemos a la posición inicial.</p> <p><b>Aspectos a tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las caderas estables</li> <li>- Trabajamos solo de forma excéntrica</li> <li>- Tratar de alargar los desde los pies al bajar</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Tumbados boca arriba con las rodillas flexionadas y con una superficie deslizante en los pies elevamos la cadera y extendemos las piernas separando los pies de los glúteos. A continuación volvemos a la posición inicial con los glúteos elevados.</p> <p><b>Aspectos a tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las caderas estables</li> <li style="padding-left: 20px;">Subir y bajar de forma controlada</li> </ul>
<b><u>Curl femoral deslizante unipodal</u></b>	
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Tumbados boca arriba con las rodillas flexionadas y con una superficie deslizante en los pies elevamos la cadera y extendemos una pierna separando ese pie de los glúteos. A continuación volvemos a la posición inicial con los glúteos elevados.</p> <p><b>Aspectos a tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las caderas estables</li> <li style="padding-left: 20px;">Subir y bajar de forma controlada</li> </ul>	

PUENTE DE GLÚTEO	
<b>Puente de glúteo</b>	<b>Puente de glúteo + extensión de rodilla</b>
	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Tumbados boca arriba, y con las piernas flexionadas a la anchura de las caderas, activo glúteos y extendiendo cadera para adoptar la posición de puente de glúteo para seguidamente volver a la posición inicial.	<b>DESCRIPCIÓN:</b> Desde la posición de tendido supino, adopto la posición de puente de glúteo y separo un pie del suelo realizando extensión de rodilla para poner la pierna recta hacia delante y tirando de la puntera hacia mí.
<b>Puente de glúteo unipodal</b>	
	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Tumbado boca arriba elevamos una pierna y colocamos la mano en la rodilla que hemos elevado empujando mano contra la rodilla. Desde ahí elevamos la cadera extendiendo la cadera de la pierna que tenemos apoyada y volvemos a bajar.	

EXCÉNTRICO DE CUÁDRICEPS	
<b>Excéntrico cuádriceps</b>	<b>Sentadilla excéntrica con cinturón ruso</b>
	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Partiendo de la posición de rodillas, aprieto glúteos para mantener la pelvis neutra o ligeramente en retroversión y me dejo caer hacia atrás con el cuerpo recto. Al llegar al límite flexiono la cadera y subo con ella flexionada. <b>Hay que tener en cuenta:</b> - Notar estiramiento en los cuádriceps - Realizar solo el ejercicio en la bajada	<b>DESCRIPCIÓN:</b> Dentro del cinturón ruso, con él por debajo de las rodillas, bajamos lentamente en 4 segundos hasta alcanzar la posición de sentadilla y volvemos a la posición inicial en 1 segundo. <b>Hay que tener en cuenta:</b> - Llevar el centro de gravedad hacia atrás. Flexión de rodillas y caderas hasta los 90°.

MOVILIDAD DE TOBILLO	
<b>Movilidad de tobillo con goma</b>	<b>Movilidad de tobillo en sentadilla</b>
	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Colocamos la mini-band en los tobillos, adelantamos una pierna (la que vamos a trabajar) y tratamos de llevar la rodilla lo más adelantado posible en línea de la puntera. El talón de la pierna de adelante no se levanta, pudiendo levantar ligeramente el talón de la pierna de atrás.</p> <p><b>Importante:</b> <b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No levantar el talón</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Colocamos una pierna más atrasada respecto a la otra, y realizamos una sentadilla en la que tratamos que la rodilla de la pierna atrasada pase por delante de la puntera, mientras que la rodilla de la pierna adelantada no pase de la puntera. Ambos talones deben permanecer en el suelo.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No levantar los talones del suelo</li> </ul>

MOVILIDAD DE ISQUIOTIBIALES	
<b>Movilidad isquiotibiales distal sentado</b>	<b>Movilidad isquiotibiales distal tumbado</b>
	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Nos colocamos sentados en un banco realizando una anteversión pélvica (sacando culo). Desde esa posición, elevo una pierna y realizo una extensión de rodilla estirando la pierna y tirando de la puntera hacia arriba.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la anteversión pélvica durante todo el trabajo</li> <li>- Mantener la puntera hacia arriba</li> <li>- Notar estiramiento en los isquiotibiales sin sentir dolor</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Tumbados boca arriba flexionamos una cadera 45° manteniendo la otra pierna totalmente extendida en el suelo. Desde ahí extendemos la rodilla de la cadera que hemos elevado buscando colocar toda la pierna recta.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empujar desde el talón hacia arriba</li> <li>- Notar estiramiento en los isquiotibiales sin sentir dolor</li> </ul>

## MOVILIDAD INTERNA DE CADERA

### Rotación interna cadera supino



#### DESCRIPCIÓN:

Nos colocamos tumbados boca arriba con las rodillas flexionadas y las punteras elevadas. Llevamos las rodillas hacia dentro alternativamente sin mover las caderas.

#### A la hora de realizar este ejercicio es importante:

- Realizar el movimiento controlado
- No elevar la cadera al realizar el movimiento

### Rotación interna de cadera



#### DESCRIPCIÓN:

Nos colocamos sentados con las rodillas flexionadas con un ángulo de 90° y las punteras elevadas. Llevamos una rodilla hacia dentro realizando una rotación interna de cadera sin elevar la cadera del suelo

#### importante:

- Realizar el movimiento controlado
- No elevar la cadera al realizar el movimiento

### Rotación interna de cadera con goma



#### DESCRIPCIÓN:

Nos sentamos con las rodillas flexionadas y colocamos la goma a la altura de la rodilla. Desde esa posición llevamos la rodilla hacia dentro rotando la cadera y volvemos con control a la posición inicial.

#### Importante:

- Realizar el movimiento controlado
- No elevar la cadera al realizar el movimiento

## ROCK SQUAT

### Rock squat



#### DESCRIPCIÓN:

Desde la posición de cuadrupedia flexionamos rodillas y caderas para llevar glúteos a los talones. A continuación realizamos extensión de rodillas y caderas mediante la activación de glúteos para volver a la posición inicial.

#### Hay que tener en cuenta:

- Realizar el ejercicio de manera controlada
- Activar glúteos para subir

### Rock squat diagonal



#### DESCRIPCIÓN:

Desde la posición de cuadrupedia vamos a realizar el mismo ejercicio pero llevando los glúteos primero hacia un talón y luego hacia el otro, buscando estiramiento de psoas y aductores. Volvemos a la posición inicial mediante la activación del glúteo.

#### Hay que tener en cuenta:

- Realizar el ejercicio de manera controlada
- Activar glúteos para subir
- Notar estiramiento psoas aductor al bajar

<b>TRABAJO DE GLÚTEO MEDIO</b>	
<p><b>Clamshell</b></p> 	<p><b>Monster walk</b></p> 
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Nos colocamos tumbados de forma lateral con flexión de caderas y rodillas colocando los talones por debajo de los glúteos. Desde esa posición y con la mini-band en las rodillas separamos la rodilla de arriba mediante una rotación externa de cadera.</p> <p>Tenemos que imaginar que tenemos una pared en la espalda-glúteo para no llevarnos la cadera hacia ese lado.</p> <p><b>A la hora de realizar este ejercicio es importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El movimiento a realizar es corto</li> <li>- Debemos notar trabajo en el lateral glúteo</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Podemos colocar la banda a la altura de las rodillas, tobillos o punteras (más abajo requiere más intensidad) y con una flexión de rodilla y cadera vamos a realizar pasos laterales a un lado y a continuación a otro sin dejar de quitar tensión a la goma.</p> <p><b>A la hora de realizar este ejercicio es importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La goma no debe perder nunca la tensión</li> <li>- Separar el pie del suelo al dar el paso</li> </ul> <p>La rodilla apoyada no debe meterse hacia dentro</p>
<p><b>Rotación cadera pivotando CCC</b></p> 	<p><b>Rotación cadera pivotando CCA</b></p> 
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Colocamos la mini-band en las rodillas y flexionamos ligeramente las rodillas y las caderas. Desde esa posición realizamos una rotación externa de las caderas separando una rodilla y llevándola hacia fuera mientras apoyamos el pie solo con la puntera y pivotamos sobre ella.</p> <p><b>A la hora de realizar este ejercicio es importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la posición de rodillas y caderas flexionadas.</li> <li>- La rodilla al volver se mantiene en línea con la puntera (no se va más hacia dentro).</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Desde la misma posición que en el ejercicio anterior, elevamos una pierna y realizamos el mismo movimiento de rotación externa con la pierna elevada.</p> <p><b>A la hora de realizar este ejercicio es importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el equilibrio con la posición estable (no me llevo la cadera atrás)</li> <li>- La rodilla al volver se mantiene en línea con la puntera (no se va más hacia dentro).</li> </ul>

<b>DEAD BUG</b>	
<a href="#"><u>Dead Bug rodillas flexionadas</u></a>	<a href="#"><u>Dead Bug rodillas extendidas</u></a>
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Tumbado boca arriba, flexionamos las rodillas y caderas a 90 grados y elevamos los brazos hacia el techo. Extendemos la cadera llevando los talones al suelo alternativamente</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las rodillas flexionadas al bajar los talones al suelo</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Tumbado boca arriba, flexionamos las rodillas y caderas a 90 grados y elevamos los brazos hacia el techo. Extendemos las caderas y rodillas llevando los talones al suelo alternativamente</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener las caderas estables al extenderlas</li> </ul>

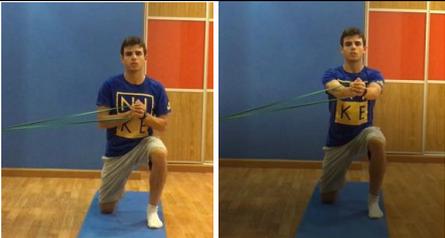
<b>SENTADILLA ISOMÉTRICA</b>	
<a href="#"><u>Sentadilla isométrica en pared</u></a>	<a href="#"><u>Sentadilla isométrica en pared unipodal</u></a>
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Apoyando la espalda en la pared, flexionamos rodillas y caderas para colocarnos en una posición de sentadilla aguantando manteniendo la posición.</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguantar sin variar la posición</li> <li>- Notar trabajo en los cuádriceps</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Apoyando la espalda en la pared, flexionamos rodillas y caderas para colocarnos en una posición de sentadilla unipodal elevando una pierna y aguantamos manteniendo la posición.</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguantar sin variar la posición</li> <li>- Notar trabajo en la pierna apoyada</li> </ul>
<a href="#"><u>Sentadilla isométrica con cinturón ruso</u></a>	
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Con el cinturón ruso por debajo de las rodillas nos dejamos caer controlado como si fuéramos a sentarnos en una silla y buscamos una flexión algo mayor de 90° en rodillas y caderas. Aguantamos esa posición durante el tiempo oportuno.</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguantar sin variar la posición</li> </ul>	

<b>Plancha frontal</b>	
<b>Plancha frontal</b>	<b>Plancha frontal de rodillas tocando hombros</b>
	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Tumbado boca abajo y con los antebrazos y la puntera de los pies apoyados, aprieto fuerte el abdomen para adoptar la posición de plancha elevando la cadera.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la cabeza, espalda, y la cadera en línea</li> <li>- Apoyo de antebrazos a la anchura de los hombros</li> </ul>	<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Adoptando la posición de plancha, pero apoyando las manos en lugar de los antebrazos, despego de forma controlada una mano del suelo, para tocar el hombro contrario y volverla a apoyar. A continuación, hago lo mismo con la mano contraria y voy alternando el movimiento.</p> <p>Importante mantener la misma posición/postura cuando separo la mano del suelo.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la cabeza, espalda, y la cadera en línea</li> <li>- Apoyo de manos a la anchura de los hombros</li> </ul>
<b>Plancha frontal tocando hombros</b>	
	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Adoptando la posición de plancha, pero apoyando las manos en lugar de los antebrazos, despego de forma controlada una mano del suelo, para tocar el hombro contrario y volverla a apoyar. A continuación, hago lo mismo con la mano contraria y voy alternando el movimiento.</p> <p><b>Importante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la cabeza, espalda, y la cadera en línea</li> <li>- Apoyo de manos a la anchura de los hombros</li> </ul>	

PLANCHA LATERAL			
<b>Plancha lateral</b>		<b>Plancha lateral de rodillas dinámica</b>	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Tumbado en una posición lateral y con el apoyo del antebrazo, aprieto fuerte mi abdomen para adoptar la posición de plancha lateral. Trato de mantener la cadera elevada y de que no se acerque al suelo. <b>Hay que tener en cuenta:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la cabeza, espalda y cadera en línea</li> <li>- Mantener el brazo libre elevado o cercano al cuerpo, no dejarlo caer por delante.</li> </ul>		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Aoptada la posición de plancha lateral de rodillas, pasamos la mano libre por debajo del brazo apoyado en el suelo y pasamos a colocarnos en la misma posición pero mirando hacia el lado contrario. Aguantar unos segundos y volver a cambiar. <b>Hay que tener en cuenta:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la cabeza, espalda y cadera en línea</li> <li>- La cadera queda adelantada respecto a la posición inicial</li> </ul> Mantener el brazo libre elevado o cercano al cuerpo, no dejarlo caer por delante.	

Plancha lateral dinámica	
	<b>DESCRIPCIÓN:</b> Aoptada la posición de plancha lateral, pasamos la mano libre por debajo del brazo apoyado en el suelo y pasamos a colocarnos en la misma posición pero mirando hacia el lado contrario. Aguantar unos segundos y volver a cambiar. <b>Hay que tener en cuenta:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la cabeza, espalda y cadera en línea</li> <li>- La cadera queda adelantada respecto a la posición inicial</li> </ul> Mantener el brazo libre elevado o cercano al cuerpo, no dejarlo caer por delante.	

ADUCTOR COPENHAGUE	
<b>Aductor copenhague rodilla flexionada</b>	<b>Aductor Copenhague tumbado</b>
	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Nos tumbamos lateralmente y desde esa posición colocamos la pierna adelantada flexionada por delante de la cadera y flexionamos y elevamos la pierna de abajo y de forma controlada vuelve a su sitio. <b>Importante:</b>	<b>DESCRIPCIÓN:</b> Nos tumbamos lateralmente y desde esa posición colocamos la pierna adelantada flexionada por delante de la cadera y elevamos la pierna de abajo y de forma controlada vuelve a su sitio. <b>Importante:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la posición lateral</li> <li>- No subir con inercia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la posición lateral</li> <li>- No subir con inercia</li> <li>- Controlar tanto la subida como la bajada.</li> </ul>

<b>PRESS PALOF</b>	
<b>Press palof de rodillas</b>	<b>Press palof en split</b>
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Desde la posición de rodillas, cogemos la goma con las manos y nos separamos para generar tensión. Desde ahí llevamos la goma firme hacia adelante y volvemos a la posición inicial.</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la posición adoptada de forma estable</li> <li>- Evitar girar el tronco hacia el lado de la goma</li> <li>- Realizar el movimiento de forma dinámica y controlada</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>Nos colocamos con una rodilla en el suelo y el pie contrario adelantado, desde esa posición hacemos lo mismo que en el ejercicio anterior.</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la posición adoptada de forma estable</li> <li>- Evitar girar el tronco hacia el lado de la goma</li> <li>- Realizar el movimiento de forma dinámica y controlada</li> </ul>
<b>Press palof de pie</b>	
	
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN:</b></p> <p>De pie, flexionamos las rodillas y las caderas bajando el centro de gravedad y hacemos lo mismo que en el ejercicio anterior.</p> <p><b>Hay que tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la posición adoptada de forma estable</li> <li>- Evitar girar el tronco hacia el lado de la goma</li> <li>- Realizar el movimiento de forma dinámica y controlada</li> </ul>	