



Universitat de Lleida
Facultat d'Infermeria
i Fisioteràpia

INFLUENCIA DEL TIPO DE EJERCICIOS DE FUERZA EXCÉNTRICA
EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES DE BÍCEPS
FEMORAL EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES. PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN.

Por: *Luis Llurda Almuzara*

FACULTAT D'INFERMERIA I FISIOTERÀPIA
Grado en Fisioteràpia

Trabajo presentado a: *Diana Renovell*

Trabajo Final de Grado

Curso 2016-2017

26 de mayo 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Jose Ramón y Mamen por apoyarme en todo momento y decisión a lo largo de mi vida.

A mi tutora Diana Renovell por estar dispuesta a ayudarme cualquier día del año, a cualquier hora del día a través de cualquier método de comunicación. La distancia no ha sido un impedimento para solventar todas mis dudas y recibir toda clase de recomendaciones por su parte. Gracias.

A Montse Pujol por despertarme el interés sobre la patología y sus métodos de prevención durante una magnífica ponencia en Barcelona.

A mis compañeros de grado Michael Berenguer y Noé Labata quienes me han animado a llevar a cabo este trabajo y me han proporcionado información de interés sobre la patología tratada.

Por último, y seguramente el más importante, a mi abuelo Ramón (DEP) por seguir caminando a mi lado y guiarme en cada uno de los pasos que doy en esta vida.

ÍNDICE

INDICE DE ACRÓNIMOS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. HIPÓTESIS.....	9
3. OBJETIVOS.....	10
4. METODOLOGÍA	11
4.1. DISEÑO	11
4.2. SUJETOS DE ESTUDIO.....	11
4.3. VARIABLES DE ESTUDIO.....	14
4.4. RECOGIDA DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
4.5. GENERALIZACIÓN Y APLICABILIDAD	18
4.6. PLAN DE INTERVENCIÓN.....	20
4.6.1. PROTOCOLO ESPECÍFICO:.....	20
4.6.2. PROTOCOLO INESPECIFICO:	22
5. CALENDARIO PREVISTO	26
6. LIMITACIONES Y POSIBLES SESGOS	27
7. PROBLEMAS ÉTICOS.....	29
8. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO	32
9. PRESUPUESTO	35
9.1. RECURSOS MATERIALES	35
9.2. RECURSOS HUMANOS.....	38
9.3. FUENTES DE FINANCIACIÓN	39
10. BIBLIOGRAFÍA	41
11. ANEXOS	48

ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO CLUBS.....	48
ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO JUGADORES.....	51
ANEXO 3: TEST DE ASKLING.....	54
ANEXO 4: RECOGIDA DE DATOS.....	55
ANEXO 5: CALENDARIO PREVISTO.....	56

INDICE DE ACRÓNIMOS

BF: Bíceps Femoral

SM: Semimembranoso

ST: Semitendinoso

MRI: Imagen por Resonancia Magnética

ECO: Ecografía

EMG: Electromiográfica

NHE: Nordic Hamstring Exercise

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. selección y distribución de la muestra. _____	13
Figura 2. the glider exercise _____	24
Figura 3. the hip extension exercise _____	24
Figura 4. the driver exercise _____	24
Figura 5. the slider exercise _____	24
Figura 6. the Nordic Hamstring Exercise _____	24
Figura 7. the normal Hamstring Curl exercise _____	24
Figura 8. the romanian deadlift exercise _____	24
Figura 9. the kettlebell exercise _____	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Nº de sesiones series y repeticiones de los ejercicios</i>	25
Tabla 2. <i>Presupuesto material necesario para la medición de variables</i>	36
Tabla 3. <i>Presupuesto del material necesario para la reunión con los fisioterapeutas y preparadores físicos de los equipos</i>	37
Tabla 4. <i>Presupuesto para el alquiler de los establecimientos necesarios para realizar el estudio</i>	37
Tabla 5. <i>Presupuesto total</i>	39

RESUMEN

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es más efectiva la prevención de lesiones musculares de bíceps femoral mediante ejercicios que se asemejen al mecanismo lesional en comparación con ejercicios que no tengan en cuenta este aspecto en futbolistas profesionales?

OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto de investigación es valorar si la elección de unos ejercicios u otros influye o no en el número de lesiones musculares de bíceps femoral registradas durante una temporada en futbolistas profesionales de primera y segunda división española.

METODOLOGÍA

Se propone un proyecto de investigación con dos grupos y dos protocolos de prevención.

→ Grupo específico: el grupo intervención realizará un protocolo basado en ejercicios que hayan demostrado ser óptimos para el bíceps femoral y se asemejen lo máximo posible al mecanismo lesional.

→ Grupo inespecífico: el grupo control realizará un protocolo basado en ejercicios que están descritos en la bibliografía como ejercicios de fuerza excéntrica de isquiosurales pero que no obtienen una gran activación de bíceps femoral ni se asemejan al mecanismo lesional.

El protocolo tendrá una duración de 10 semanas (6 semanas pretemporada y 4 de temporada).

Los sujetos serán futbolistas profesionales de primera y segunda división española que no vayan a participar en competición europea el próximo año (n = 864).

Se distribuirán aleatoriamente los 36 equipos que van a participar en el estudio en dos grupos, un grupo que realizará el programa específico y un grupo que realizará el programa inespecífico.

PALABRAS CLAVE

Lesión isquiosural; prevención; ejercicio excéntrico; mecanismo lesional; bíceps femoral.

ABSTRACT

RESEARCH QUESTION

Is it more effective the biceps femoris injury prevention through exercises which are similar to injury mechanism in comparison to other exercises which are not similar to injury mechanism in professional football players?

OBJECTIVE

The aim of this project is to assess if the exercise type has an influence on the number of biceps femoris injuries recorded during the season in Spanish first or second division football players.

METHODS

A randomized controlled trial with two groups and two prevention protocols is proposed:

→ Specific group (SG): Intervention group will carry out a protocol based on exercises which have shown to be optimums for biceps femoris and they are similar to injury mechanism.

→ Non-Specific group (nSG): Control group will carry out a protocol based on exercises which are described on bibliography like hamstring eccentric exercises but they do not obtain biceps femoris high muscle activation and they are not similar to injury mechanism.

The protocol will last 10 weeks (6 preseason weeks and 4 season weeks).

The subjects will be first and second Spanish football division players whose team is not participating on European competition next year (n=864)

The 36 teams will be randomized distributed in two groups.

KEY WORDS

Hamstring injury; prevention; eccentric exercise; injury mechanism; biceps femoris.

1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto de investigación se va a analizar si influye la elección de ejercicios de fuerza excéntrica de isquiosurales en la eficacia de los programas de prevención.

Anatómicamente, la musculatura isquiosural se origina en la tuberosidad isquiática mediante un tendón común para los tres músculos que la componen y se inserta en la cabeza del peroné y parte proximal de la tibia realizando la flexión de rodilla y extensión de cadera principalmente. Se distinguen tres músculos dentro de los isquiosurales: bíceps femoral (BF), semimembranoso (SM) y semitendinoso (ST)(1).

Centrándose en el músculo en el que se va a focalizar este proyecto, el BF tiene dos porciones, la cabeza larga del BF y la cabeza corta del BF. La cabeza larga se origina en la parte superior y lateral de la tuberosidad isquiática mediante un tendón común con el semimembranoso, mientras que la cabeza corta lo hace en la línea áspera y línea supracondílea lateral del fémur. El músculo adquiere una trayectoria hacia caudal y lateral para irse a insertar en la parte lateral de la cabeza del peroné. El BF tiene una doble inervación ya que la cabeza larga está inervada por una división tibial del nervio ciático y la cabeza corta está inervada por una división del peroneo común del nervio ciático. En cuanto a la función del BF, es flexor de rodilla y extensor de cadera pero además, se le añade un componente de rotación lateral de rodilla debido a su trayectoria (1–4).

Se considera importante definir claramente la terminología sobre el tema que se va a tratar, la lesión muscular de bíceps femoral. Primero de todo, se debe diferenciar entre las lesiones musculares funcionales y las lesiones musculares estructurales. Las funcionales se definen como un desorden agudo e indirecto del músculo sin evidencia macroscópica de desgarro muscular valorado en una prueba por imagen mediante Resonancia Magnética (MRI) o Ecografía (ECO), mientras que las lesiones estructurales se definen como cualquier lesión aguda e indirecta del músculo con evidencia macroscópica de desgarro muscular valorado en una prueba por imagen mediante MRI o ECO (5). En diferentes artículos se encuentra el término “*strain*”, el cual es un término biomecánico no definido y usado indiscriminadamente para lesiones musculares estructurales y funcionales, por lo que no se recomienda este

término. Sin embargo, se recomienda el término “*tear*”, cuya traducción en castellano es “desgarro”, para lesiones estructurales de fibras o vientres musculares con pérdida de continuidad y propiedades contráctiles. Como se puede observar, el término “desgarro” implica características estructurales y no funcionales (5). Aspectos como el tiempo necesario para el “*Return to Play*” tiene diferencias muy significativas entre lesiones estructurales y funcionales por lo que es imprescindible un correcto diagnóstico y diferenciación de la lesión para poder realizar un pronóstico acertado. Además, hay estudios que demuestran que sólo un 34% de las lesiones diagnosticadas clínicamente como estructurales realmente lo eran al visualizarlas mediante MRI (5,6).

Una vez definido lo anterior, es necesario aclarar otros términos que van a ser usados a lo largo del proyecto de investigación. Se entiende como lesión deportiva cualquier complicación física sufrida por un jugador durante un partido o entrenamiento independientemente de la necesidad de atención médica o tiempo perdido de actividades del deporte (7). Se entiende como severidad de la lesión el número de días que pasan desde la lesión del jugador hasta la fecha en la que el jugador vuelve a la completa participación en el entreno del equipo y está disponible para la convocatoria del partido (7). Se entiende como recidiva una lesión del mismo tipo y en el mismo sitio que la lesión anterior la cual ocurre después de que el jugador volviera a la completa participación después de la lesión anterior (7).

El mecanismo de lesión isquiosural puede ser de dos tipos, por sobrestiramiento (*hyperstretching*) o por mecanismo excéntrico de alta velocidad (*high-speed running*) (1). Conocer el mecanismo de lesión y la zona específica de la rotura será importante a la hora de tratar de forma individualizada al paciente y poder estimar un pronóstico de su lesión. Las lesiones por *hyperstretching* suelen afectar a la unión miotendinosa del SM y su tiempo de recuperación es mayor, mientras que las lesiones por *high-speed running* suelen afectar a la unión miotendinosa del BF y su tiempo de recuperación es menor que en el tipo anterior. En el fútbol y deportes que incluyen la carrera de alta velocidad, son las lesiones por *high-speed running* las más prevalentes, mientras que las lesiones por *hyperstretching* son más típicas en bailarines, por ejemplo. Posteriormente se comentará cuándo y por qué se produce la lesión en *high-speed running* (8–11).

La musculatura isquiosural es el grupo muscular con la prevalencia más alta de lesiones en el ámbito deportivo y más específicamente en el fútbol (1,12–14).

Muchos son los artículos científicos que hablan sobre la epidemiología de esta lesión en deportistas, situándola entre un 6% y 29% de todas las lesiones deportivas (12,13,15–17). En el estudio epidemiológico de lesiones musculares en fútbol profesional llevado a cabo por Ekstrand *et al* (13) se analizaron 51 equipos profesionales de fútbol, 2299 jugadores que fueron seguidos durante los años 2001-2009. Se registró que un 31% del total de lesiones eran musculares dentro de las cuales un 37% fueron de isquiosurales, fue el grupo más común dentro de las lesiones musculares representando un 12% de las lesiones totales.

Dentro de la alta prevalencia que tiene las lesiones de isquiosurales, muchos son los estudios que afirman que el BF es el músculo más afectado con un 70-80% del número de lesiones totales de isquiosurales (11,18–21).

Además, en muchos artículos hablan del alto índice de recidiva en esta lesión, situando el haber sufrido anteriormente una lesión similar como el factor de riesgo más importante. En estudios epidemiológicos, se han encontrado entre un 16% y un 21% de recidivas (10,13,16,20,22). Una revisión sistemática del 2014 con nivel de evidencia 1 afirma que, quien haya sufrido un desgarro muscular de isquiosural es propenso a sufrir una nuevo desgarro en la pierna ipsilateral y otras lesiones de rodilla (23). Hay estudios que demuestran una recidiva mucho más alta del BF en comparación con la combinación de los otros dos isquiosurales (18% vs 1%) (2).

Por tanto, se puede afirmar que las lesiones musculares de isquiosurales son un problema grave en el ámbito deportivo y más específicamente en el fútbol, deporte en el que va a centrarse este proyecto, suponiendo unos 500.000 euros de media por jugador/mes lesionado y más de 2M al año (24,25). Analizando detalladamente el estudio epidemiológico de Ekstrand *et al* (13), en un equipo de 25 jugadores, una media de 15 van a sufrir una lesión muscular, y 7 van a sufrir lesión muscular en los isquiosurales. La lesión de isquiosurales apartaba a los jugadores de su práctica normal una media de 14.3 días, en total 15501 días de ausencia debida a lesión muscular de los isquiosurales en 7 temporadas, 2214 días por temporada, 43 días por temporada/club. Lo sorprendente es que a pesar de utilizar medidas preventivas, la aparición y recidiva de esta lesión no ha mejorado significativamente

en las últimas décadas, la prevención de lesiones de isquiosurales está en el mismo sitio que hace 30 años (10,12,15,26,27). Es más, en un estudio de la UEFA analizando trece temporadas desde 2001 hasta 2014, obtuvieron un aumento del 4% anual en lesiones de isquiosurales (24).

Ante una prevalencia tan alta de lesión muscular de isquiosurales, se debe plantear la pregunta de cuándo y por qué se lesiona este grupo muscular. Existen muchas teorías acerca de este aspecto, estudios demuestran un pico de fuerza mayor de trabajo negativo (excéntrico) durante la última fase de vuelo del ciclo de la carrera para todos los isquiosurales (28,29). Otro estudio centrándose en el fútbol comenta que un 91% de las lesiones de isquiosurales fueron sin contacto y que la mayoría se produjeron en una carrera al espacio en ataque, encontró también mayor activación de los isquiosurales en la última fase del vuelo cuando el músculo está realizando un trabajo excéntrico para decelerar la extensión de rodilla (2,4). Otro estudio afirma que durante la última fase de vuelo se produce la combinación perfecta para producir una lesión muscular de isquiosurales: máximo estiramiento, máxima actividad electromiográfica (EMG) y contracción excéntrica (30). Además, en varios artículos se ha examinado que los isquiosurales se están estirando durante el periodo de tiempo que comprende desde el 50% (la mitad del ciclo) hasta el 90% (casi el final del ciclo) (21,30), y como ya afirmó William E. Garret en 1996, para producir una lesión muscular, el estiramiento es necesario (31). Por tanto, podemos afirmar que la musculatura isquiosural suele romperse en la última fase del vuelo del ciclo de carrera mediante el mecanismo de *high-speed running*.

Profundizando dentro de la diferente musculatura isquiosural, se ha comentado anteriormente que el BF es el músculo que más se lesiona por lo que muchos estudios se han centrado en responder a la pregunta ¿por qué el BF es el músculo que más se rompe? Para ello se debe analizar el momento de la carrera de alta velocidad (*high-speed running*) en el que el BF se rompe. Se ha demostrado que el reclutamiento muscular durante el sprint no es uniforme en la musculatura isquiosural, con una mayor activación del BF durante la última fase del vuelo y primera fase de apoyo (justo antes y después del apoyo del pie en el suelo) comparado con el resto de isquiosurales (32). Un estudio analizó la cinemática de la musculatura en el momento de la lesión durante la carrera de alta velocidad observando que la lesión se produjo en la última fase del vuelo justo antes del apoyo

del pie con el suelo donde el BF se estiró un 12.2%, un estiramiento mayor que los otros dos isquiosurales (ST 9.8% y SM 10.4%), además los isquiosurales mediales (ST y SM) lo hicieron un segundo más tarde (20). Otro estudio confirmó lo comentado anteriormente en cuanto a que el BF es el músculo que más se estira durante la última fase del vuelo (28).

Por último, un estudio de Dolman *et al* de 2014 (33) explicó por qué el BF tiene más riesgo de sufrir lesión muscular que el resto de isquiosurales. Dolman utilizó el símil de un muelle considerando que la musculatura isquiosural se comporta como un muelle y que por tanto, atendiendo a las leyes del movimiento elástico de los muelles, el desplazamiento es directamente proporcional a la fuerza producida. En su experimento se tomó una velocidad constante ya que sabemos que el estiramiento no depende de la velocidad de carrera (10,33). Analizando los isquiosurales en cadáveres se observó que el BF es el músculo más corto (BF 43.8cm, ST 43.9cm, SM 44.3cm), y por otro lado, se observó que también es el que más se alarga (BF 9.5% vs ST 8.1% vs SM 7.5%), combinando esto se obtiene el desplazamiento de cada músculo (BF 4.16cm, ST 3.56cm, SM 3.28cm). Como la fuerza producida es directamente proporcional al desplazamiento, adoptando el SM como unidad (es el que menos se desplaza y por tanto menos fuerza produce), se puede afirmar que el ST produce 1.08 y el BF produce 1.27 veces la fuerza del SM. Por tanto, se puede concluir en que durante la carrera de alta velocidad, el BF debe producir más fuerza que el resto de isquiosurales, se estira más y se desplaza más, por lo que es normal que sea el que antes falle y por tanto, más se lesione (33).

Existen multitud de factores de riesgo que condicionan al deportista para ser susceptible a la lesión. Se han estudiado aspectos como la fuerza, lesión previa, estabilidad lumbopélvica, ratio convencional H:Q (*Hamstring*/isquio concéntrico vs *Quadriceps*/cuádriceps concéntrico), ratio funcional H:Q (*Hamstring*/isquio excéntrico vs *Quadriceps*/cuádriceps concéntrico), arquitectura muscular, fatiga, flexibilidad, etc, con el objetivo de identificar los factores de riesgo para poder realizar una prevención correcta (15). Existen estudios que demuestran que son factores de riesgo: el peso y la altura (mayor peso y altura mayor riesgo)(11), déficit de fuerza isquiosural (34), desequilibrios de fuerza entre musculatura isquiosural de ambas piernas (35), longitud del músculo (a mayor longitud menos riesgo de sufrir lesión)

(36), estabilidad lumbopélvica (15), diferencias en la longitud funcional de la pierna de más de 1.8cm (37), diferencias en el ratio funcional y convencional H:Q (22), etc.

Sin embargo, en una revisión sistemática realizada por Freckleton *et al* (22) analizando los resultados y la calidad de 32 estudios sobre los factores de riesgo para sufrir una lesión muscular de isquiosural publicada en 2012, únicamente se consideraron factores potenciales de riesgo la edad (más edad más riesgo), el haber sufrido una lesión anterior del mismo tipo y déficit de fuerza excéntrica de isquiosurales.

Es importante conocer los factores de riesgo para poder actuar sobre ellos a la hora de prevenir la lesión muscular de BF. La importancia del ejercicio excéntrico para la prevención de la rotura de isquiosurales está reconocida y con un alto grado de aceptación (11,15,17–20,30,38–41). Este proyecto de investigación se va a centrar en abordar la fuerza excéntrica principalmente ya que los otros dos factores más importantes (edad y lesión previa) no se pueden rebatir. Sin embargo, a la hora de la medición de variables e interpretación de los resultados se aprovechará para valorar aspectos como la longitud muscular, el ratio funcional H:Q, la edad, lesión previa, etc.

Profundizando en la importancia de la fuerza excéntrica, un estudio de Opar *et al* (11) trataba de analizar si un déficit de fuerza excéntrica podía ser un condicionante para sufrir la lesión y encontró que por cada 10N más de fuerza excéntrica el riesgo a sufrir la lesión se veía reducido entre un 6.4% y un 8.9%, por tanto se puede pensar que aumentando la fuerza excéntrica, mejorará la prevalencia de lesiones musculares de isquiosurales. Otro estudio de Bourne *et al* (19) comenta que atletas que realizan menos de 337N durante el *Nordic Hamstring Exercise* (ejercicio de fuerza excéntrica) tenían cuatro veces más riesgo de lesionarse que sus compañeros que realizaban más fuerza. Ambos estudios demuestran la importancia de la fuerza excéntrica para prevenir una lesión muscular de isquiosural.

El NHE, un ejercicio de fuerza excéntrica de isquiosurales, es el ejercicio preventivo por excelencia para esta lesión y existen estudios que demuestran sus beneficios preventivos (11,17,19,38,42). Sin embargo, se encuentran varios errores en cuanto a la ejecución y finalidad del ejercicio:

- 1) Bourne *et al* (18) en su estudio demuestran una limitada activación del BF durante este ejercicio comparado con el ST, lo cual resulta contradictorio si se considera que un 80% de las lesiones de isquiosurales son de BF como afirman diferentes estudios recientes (21,43). Estos hallazgos acerca de la pobre eficacia y activación del NHE para el BF han sido descritos en numerosos y recientes estudios (38,44–46). Se está haciendo un ejercicio de fuerza excéntrica para el ST cuando lo que nos interesa básicamente es aumentar la fuerza excéntrica del BF. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, el NHE ha dado buenos resultados comparándolo con un grupo control, lo cual sería explicado lógicamente porque, aunque el NHE active selectivamente el ST, un ST con mucha fuerza excéntrica protegerá al BF, pero se debería plantear la pregunta: ¿no es más lógico trabajar directamente un BF fuerte excéntricamente que trabajar otro músculo para que lo proteja?
- 2) Por otro lado, otro de los errores que se encuentran en el NHE es que no se asemeja nada al mecanismo lesional, ya que durante la realización del ejercicio la cadera está fija y en el mecanismo lesional, el cual ha quedado reflejado anteriormente, existe una flexión importante de cadera (20,39,40).
- 3) Se trata de un ejercicio bilateral en el que una pierna puede compensar a la otra, cuando en el momento de la lesión sólo los isquiosurales de una pierna están trabajando de forma excéntrica (39).
- 4) El NHE es un ejercicio que solicita una contracción excéntrica de isquiosurales muy lenta, no se asemeja nada a la velocidad angular que adopta la rodilla durante la carrera de alta velocidad (600-700°/s) (14).

Como conclusión de lo anterior, se puede afirmar que ejercicios como el NHE mejoran la fuerza excéntrica (sobre todo de ST) pero no se asemejan nada al mecanismo de lesión, por tanto, se deben buscar ejercicios que realicen el mecanismo lesional, aspecto imprescindible para prevenir una lesión (18,39).

Además, lo comentado anteriormente acerca de los errores del NHE concuerda con los últimos hallazgos. Aunque existen estudios que demuestran efectividad del NHE, en revisiones sistemáticas y estudios epidemiológicos generales y recientes se demuestra que no ha habido un avance en los últimos 30 años, o incluso que estas lesiones están aumentando, por lo que se puede pensar que no se está yendo hacia

la dirección correcta en cuanto a prevención de lesiones de isquiosurales. Algunos autores atribuyen este fracaso al uso generalizado del NHE que, como ya hemos comentado, tiene varios errores en la relación entre el ejercicio y el mecanismo y músculo lesional (12,15,24,26,27,47).

Lo comentado anteriormente hace pensar que no se está yendo hacia la dirección correcta para la prevención de esta lesión o, por lo menos, que deben mejorarse las intervenciones, y esta es la línea que se va a tratar en este proyecto de investigación. Evidentemente, para prevenir una lesión se deben atacar los factores de riesgo. Este estudio va a focalizarse en la fuerza excéntrica como factor esencial para la prevención de lesión muscular de bíceps femoral. Los ejercicios para prevenir la lesión deben asemejarse lo máximo posible al mecanismo lesional (fase excéntrica, extensión de rodilla y flexión de cadera, estiramiento, unilateral, velocidad, alta activación de BF, etc) sin embargo, se están realizando programas preventivos con ejercicios que no cumplen estos requisitos, lo cual podría explicar su fracaso (30). Se han realizado numerosos estudios sobre la actividad EMG y cambios en IMR durante ejercicios con el objetivo de valorar qué ejercicios son óptimos para ganar fuerza excéntrica de BF y cuáles no (18,19,44–46,48–53). No obstante, no existen estudios que comparen si la realización de unos ejercicios u otros obtienen diferencias significativas en cuanto al número de lesiones registradas tras la implementación de un protocolo de ejercicios.

Por eso, sería interesante comparar dos protocolos de prevención de isquiosurales donde uno se centrara en el músculo y mecanismo lesional y el otro no lo hiciera. De este modo podríamos valorar si se consiguen mejores resultados mediante un protocolo focalizado en el músculo y mecanismo lesional en comparación con el otro protocolo o con los datos epidemiológicos actuales.

2. HIPÓTESIS

La hipótesis general es que un protocolo específico para el BF en el que se tiene en cuenta las características del mecanismo lesional obtendrá menor número de lesiones en comparación con un protocolo inespecífico a lo largo de la temporalidad del estudio.

Como hipótesis específicas se plantea que un protocolo específico para el BF en el que se tiene en cuenta el mecanismo lesional:

- 1) Desarrollará un aumento de la fuerza excéntrica en BF superior en comparación al protocolo inespecífico. Además, el ratio funcional (H:Q) será más alto en el protocolo específico que en el inespecífico.
- 2) Aumentará la longitud del músculo BF en mayor proporción comparado con el protocolo inespecífico y los otros músculos isquiosurales.
- 3) La severidad de las lesiones registradas será menor en comparación con las lesiones registradas mediante el protocolo inespecífico.

Otra hipótesis específica que se plantea es que todos aquellos jugadores que se lesionen durante la temporada, tendrán unas características demográficas y generales comunes en todos ellos. Por ejemplo:

- Todos los jugadores lesionados tienen una edad avanzada.
- Todos los jugadores lesionados ocupan una posición específica en el campo.
- Todos los jugadores lesionados tienen un IMC más alto que el resto.

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto de investigación es valorar si la elección de unos ejercicios u otros influye o no en el número de lesiones musculares de BF registradas durante una temporada en futbolistas profesionales de primera y segunda división española.

Como objetivos específicos se pretende:

- 1) Analizar si existen diferencias significativas en cuanto a la fuerza excéntrica de isquiosurales en los diferentes grupos del estudio tras la realización del protocolo así como el ratio funcional H:Q.
- 2) Comprobar si existen diferencias significativas en el cambio de longitud del BF y el resto de músculos isquiosurales en los diferentes grupos.
- 3) Estudiar si existen diferencias significativas en cuanto a la severidad de las lesiones registradas en ambos grupos tras la intervención.
- 4) Analizar si existen características generales comunes (IMC, edad, posición, etc) en aquellos jugadores que se lesionen del BF durante la temporada.

4. METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO

Se propone un estudio experimental mediante ensayo clínico aleatorizado, estudio de tipo prospectivo longitudinal con dos grupos de intervención que será realizado por jugadores de primera y segunda división española durante la pretemporada de la temporada 2017/2018. Se ha elegido este tipo de estudio para disminuir lo máximo posible los sesgos mediante la aleatorización de la muestra y para poder comparar con otros estudios ya realizados (54).

Un grupo de intervención realizará un protocolo de prevención para lesiones musculares de isquiosurales específico para el BF y teniendo en cuenta los factores que se dan en el mecanismo de lesión más común en el deporte (Grupo Específico = GE). Por otro lado, habrá otro grupo que realizará un protocolo de prevención para lesiones musculares de isquiosurales sin ser específico para el BF y sin tener en cuenta el mecanismo de lesión más común (Grupo Inespecífico = GI).

4.2. SUJETOS DE ESTUDIO

La población a la que va dirigida el estudio es jugadores de primera y segunda división española cuyo club no vaya a participar en competición europea el próximo año. Se ha elegido este criterio con el objetivo de homogeneizar la muestra ya que el número de partidos que disputan los equipos que participan en competición europea es mucho mayor al resto. Esto implica que los clubs en competición europea tengan una carga mucho mayor y por tanto un riesgo de lesión y un programa de entrenamiento muy diferente al resto.

Actualmente la primera división española cuenta con 20 equipos mientras que la segunda división española cuenta con 22 equipos. Se debe comentar que, a pesar de tener que realizar más partidos los equipos de segunda división, su temporada es más larga y por tanto, la densidad de partidos es parecida a los de la primera división. No obstante, es posible que haya clubs que avancen en la competición secundaria española (Copa del Rey) y al finalizar la temporada hayan realizado 8 o 9 partidos más, sin embargo, estos equipos acostumbran a ser equipos de primera división lo cual igualaría el número de partidos con respecto a los equipos de

segunda división. Como conclusión, todos los equipos de primera y segunda división española que no cursen competición europea acostumbran a jugar el mismo número de partidos, entre 40 y 45, aproximadamente.

Cada club de primera y segunda división tiene una media de 24 jugadores, es decir, 1.008 jugadores entre las dos ligas. Si a esta cantidad se le excluye los jugadores de 6 clubs que participan en competición europea son 864 los jugadores que van a iniciar la participación en el estudio (n=864).

Sin embargo, interpretando como población total (N) 864 jugadores, y asumiendo un nivel de confianza del 95%, se necesita una muestra de 164 jugadores para que sea representativa. Si se asume un porcentaje esperado de pérdidas a lo largo del estudio del 15% debido a lesiones, salidas del club, o diferentes aspectos que impidan al jugador llevar a cabo la totalidad del estudio finalmente se necesita una muestra de 193 jugadores. El estudio cuenta con 864 jugadores por tanto es una muestra perfectamente representativa. A este valor se le deben restar aquellos jugadores que no finalicen el estudio por lesión, traspaso, decisión personal, renegación del club a participar en el estudio, etc, sin embargo, se espera obtener una muestra superior al valor representativo necesario, es decir, 193.

La asignación de grupos se realizará de forma aleatoria mediante un programa informático. La aleatorización se realizará en unidades agrupadas, es decir, se aleatorizarán los equipos y no los jugadores. El motivo de lo anterior es que resulta muy complicado e irreal realizar diferentes protocolos de intervención dentro de los jugadores de un mismo equipo. Podría ocurrir que dentro de un mismo equipo, 20 jugadores realizaran un protocolo y los 1 o 2 restantes realizaran otro, lo cual es difícil de implantar y gestionar. Además, esto supondría un gasto añadido ya que debería haber personal controlando dos grupos en cada equipo.

Actualmente hay 42 equipos en primera y segunda división española, de los cuales 6 inician competición europea en el próximo año por lo que no iniciarán el estudio. 36 equipos serán distribuidos aleatoriamente en dos grupos: grupo específico (18 equipos) y grupo inespecífico (18 equipos). Como se ha comentado anteriormente cada equipo tiene una media de 24 jugadores, la distribución de la muestra será: GI (n=432) y GE (n=432).

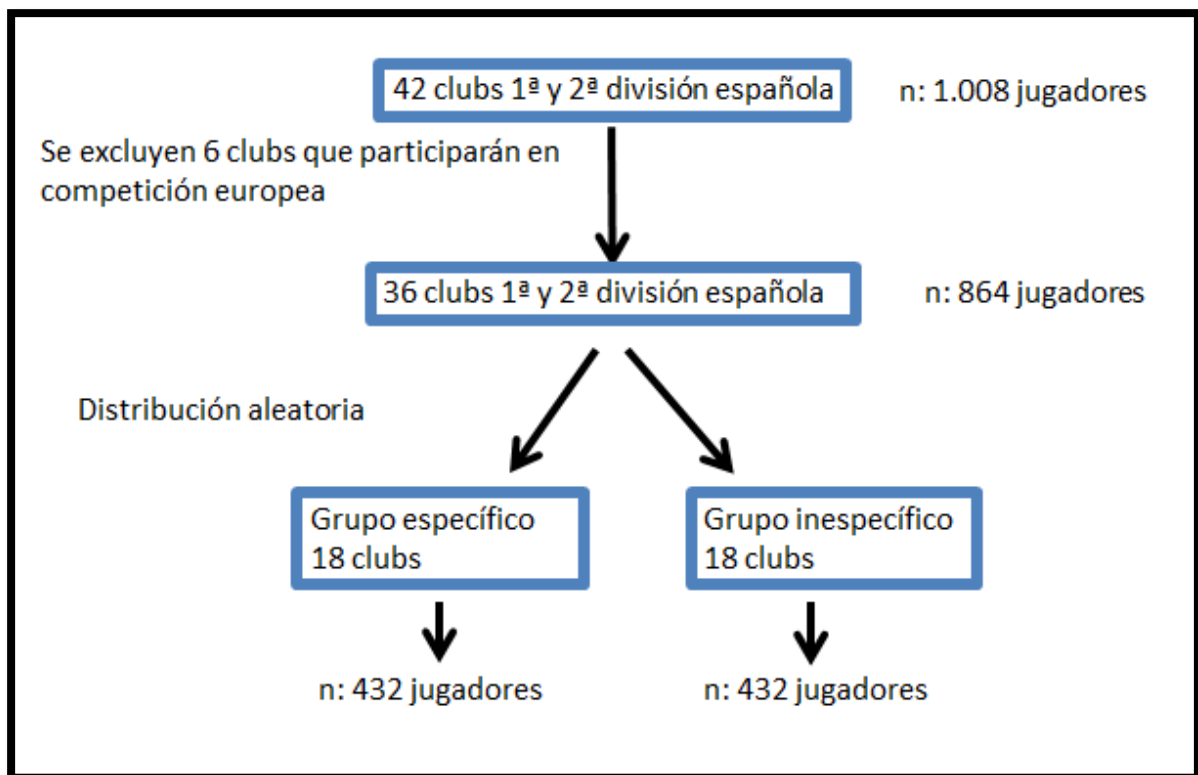


Figura 1. Selección y distribución de la muestra.

En cuanto a los criterios de inclusión y exclusión, se podrían excluir del estudio con el objetivo de homogeneizar la muestra aquellos deportistas que tengan un factor de riesgo como podría ser lesión previa, edad avanzada (30-35 años), diferencias entre longitud de extremidades, pobre ratio H:Q, etc. Sin embargo, se considera que realizar esta exclusión va en contra del objetivo moral de este estudio que no es otro que prevenir lesiones de isquiosurales, además de estar alejado de la realidad. Si estos jugadores tienen un riesgo de lesión y se les excluye del estudio, los resultados obtenidos solo serán extrapolables a jugadores “perfectos” en cuanto a factores de riesgo, fuera de la realidad. Por lo expuesto anteriormente, todos los jugadores de todos los equipos incluidos en el estudio van a entrar en el mismo.

Para ser incluido en el estudio y mostrando así su aceptación para realizarlo, el club deberá firmar un consentimiento de aprobación, en el que estará explicado de forma concreta las características del estudio, conforme está dispuesto a llevar a cabo los procedimientos necesarios para participar en el estudio de forma correcta. Dicho consentimiento estará firmado por su presidente, su fisioterapeuta principal y su preparador físico principal (véase Anexo 1). Además, cada jugador deberá firmar su

particular consentimiento informado, en el que estará explicado de forma concreta las características del estudio, conforme acepta su participación y la utilización de sus datos para realizar el estudio (véase Anexo 2).

4.3. VARIABLES DE ESTUDIO

Se medirán diferentes variables con el objetivo de valorar si existen diferencias significativas entre los dos grupos y entre sujetos lesionados y no lesionados:

- Número de lesiones de BF que aparecen durante la temporada. Los encargados de medir la variable principal del estudio será el personal médico de cada club. Los clubs realizan un exquisito control del número y características de las lesiones que van apareciendo durante toda la temporada.
- Severidad de las lesiones. Esta variable también será mediada por el personal médico de cada club.
- Fuerza excéntrica de isquiosurales y ratio funcional H:Q. Lo primero indica la fuerza máxima de carácter excéntrico de los isquiosurales y lo segundo se refiere a la fuerza excéntrica de los isquiosurales comparada con la fuerza concéntrica del cuádriceps. Existen multitud de estudios que miden esta variable como posible factor de riesgo para sufrir una lesión muscular de isquiosural (22,35,55). El objetivo de la medición de esta variable es observar si aquellos jugadores que se van a lesionar durante la temporada tenían menos fuerza excéntrica o un ratio diferente al resto y, por otro lado, ver cómo aumenta o disminuye la fuerza y el ratio en un grupo u otro. Se utilizará una máquina isocinética para la valoración de esta variable. Se ha elegido una velocidad angular de 240°/s ya que se considera que es la que más se asemeja a la velocidad del mecanismo lesional. El deportista realizará un calentamiento en bicicleta estática durante 5 min antes de esta medición con el objetivo de evitar una lesión. La medición consistirá en 5 repeticiones a 240°/s de las cuales se tomarán los datos de la más potente.
- Longitud del músculo BF. Existen estudios que afirman que una longitud corta del músculo BF aumenta considerablemente el riesgo de lesión, hablando incluso de que cada 0.5cm de más suponía una reducción del 75% del riesgo de lesión (56). El objetivo de la medición de esta variable es valorar si

aquellos jugadores que van a lesionarse durante la temporada tenían una longitud muscular diferente al resto y, por otro lado, observar los cambios en la longitud muscular en un grupo y otro. Para medir la longitud del músculo BF se usará un ecógrafo con visión panorámica que permite medir longitudes musculares largas. El uso de la ecografía para medir longitudes musculares tiene una validez y confiabilidad aprobada científicamente (57). Para la medición de la longitud muscular, el paciente se situará en decúbito prono con 0° de flexión de cadera, 0° flexión de rodilla y el tobillo en una posición relajada, el punto de referencia para tomar la medida será tuberosidad isquiática, desde donde se descenderá con el ecógrafo hasta encontrar el inicio del vientre muscular del BF, a partir de ahí se sigue el vientre muscular hasta el comienzo del tendón de inserción. Se tomarán dos medidas, una únicamente del vientre muscular, y otra sumándole los tendones de origen e inserción (25).

- Askling Test. Se trata de un test diseñado para valorar el “Return to Play” tras una lesión de isquiosurales. Lo novedoso de este test es que valora también el aspecto mental y psicológico del paciente teniendo en cuenta la inseguridad del deportista a la hora de realizarlo. El test consiste una flexión máxima de cadera con el paciente en decúbito supino, primero de forma pasiva hasta el máximo ROM tolerable, y después se hace el estiramiento activo en el que se le pide al paciente que realice la flexión de cadera lo más rápido y al máximo ROM posible sin riesgo de lesión. Al finalizar se valoraba el dolor y la inseguridad mediante la escala EVA (58). El objetivo de la medición de esta variable es valorar si existen diferencias antes y después de realizar el proyecto en uno y otro grupo y, por otro lado, observar si aquellos jugadores que van a lesionarse durante la temporada tenían unos valores diferentes en la medición del test a principio de temporada (véase Anexo 3).
- Se recogerá información básica de las características del individuo como son edad, peso, altura, IMC, lesiones previas y posición en el terreno de juego. El objetivo de esta recogida de datos es valorar si alguna de estas características como la edad o la posición en el terreno de juego son comunes en los jugadores que se lesionen durante la temporada. Esto nos permitirá saber si alguno de ellos influye en los resultados finales y permitir

clasificar los resultados según la edad, la posición del terreno de juego o el IMC y, por tanto, poder realizar un análisis por subgrupos.

4.4. RECOGIDA DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El grupo investigador está integrado por el investigador principal, cuatro becarios y un estadístico externo cuyas funciones serán descritas posteriormente.

La información y los datos necesarios serán recogidos por el grupo de becarios, formado por cuatro integrantes. El becario nº1 será el encargado de contactar y recoger los datos en cuanto al número de lesiones y severidad de las mismas proporcionados por el staff médico del club correspondiente. El becario nº1 también será el encargado de recoger las características antropométricas básicas de cada individuo. El becario nº2 se encargará de medir la fuerza excéntrica y el ratio funcional H:Q mediante una máquina isocinética. El becario nº3 se encargará de medir la longitud muscular del BF mediante la ecografía y guiar el calentamiento previo a esta medición. El becario nº4 se encargará de la realización de test de Askling.

Para facilitar la tarea de los jugadores, la recogida de datos se realizará en cuatro lugares distintos repartidos por la geografía española. Con esto se pretende conseguir que el desplazamiento de los jugadores para poder participar en el estudio sea el mínimo posible.

Todos los datos recogidos por los becarios serán escritos y clasificados en una hoja diseñada especialmente para el propósito (*véase Anexo 4*).

El grupo de becarios está cegado, es decir, no sabe si está tomando los datos de un club que está realizando el protocolo específico o si se trata de un club que está realizando el protocolo no específico.

Los datos recogidos serán entregados a un estadístico externo también cegado quien relacionará los datos y se encargará del análisis estadístico mediante el programa SPSS. El estadístico realizará los contrastes de hipótesis necesarios para contestar a las siguientes preguntas mediante los datos que se le proporcionará. Para ello, se le formulará al estadístico las preguntas que interesa conocer en el estudio:

1. ¿Existen diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto al número de lesiones musculares de BF registradas al final de temporada? La respuesta informará sobre si es mejor un protocolo u otro para evitar estas lesiones.
2. ¿Existen diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto al incremento o descenso de la fuerza excéntrica de BF y del ratio funcional H:Q tras realizar el protocolo correspondiente? La respuesta informará sobre si un protocolo mejora la fuerza excéntrica y el ratio H:Q más que el otro protocolo.
3. ¿Existen diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a la severidad de las lesiones registradas a final de temporada? La respuesta informará sobre si las lesiones registradas tras un protocolo son más o menos severas en comparación con el otro.
4. ¿Existen diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto al aumento de longitud del músculo BF tras realizar el protocolo correspondiente? La respuesta informará sobre si un protocolo aumenta la longitud del músculo más que el otro protocolo.
5. ¿Existen diferencias significativas en cuanto a la fuerza excéntrica, el ratio funcional H:Q y la longitud muscular entre los sujetos lesionados y los no lesionados? La respuesta informará sobre si los sujetos lesionados tenían una fuerza excéntrica, un ratio funcional o una longitud muscular más deficiente que los sujetos no lesionados y por tanto, la influencia de estos valores como factor de riesgo de la lesión.
6. ¿Existen diferencias significativas en cuanto a las características generales (edad, peso, altura, IMC, lesión previa, posición en el terreno de juego) entre los sujetos lesionados y los no lesionados? La respuesta informará sobre si existe un patrón común que se repita en los sujetos lesionados y no aparezca en los sujetos no lesionados como podría ser un IMC elevado, por ejemplo.
7. ¿Existen cambios en los valores del test de Askling antes y después de la realización de un protocolo u otro? La respuesta informará sobre si un protocolo mejora el test de Askling más que el otro.
8. ¿Existen diferencias significativas en los valores del test de Askling entre sujetos lesionados y no lesionados? La respuesta apoyará o no al test de Askling como predictor de lesiones.

4.5. GENERALIZACIÓN Y APLICABILIDAD

La interpretación de los resultados obtenidos en este estudio será importante para continuar en busca de la correcta prevención de las lesiones musculares de BF en el ámbito futbolístico que, como ya se ha expuesto en apartados anteriores, se trata de la más prevalente con un aumento del 4% anual en los últimos años (13,24).

Si la hipótesis general del estudio es aceptada por los resultados, se podrá afirmar que la dirección correcta para prevenir esta lesión pasa por realizar ejercicios realmente parecidos al mecanismo lesional y con una alta activación del BF como los del protocolo específico.

Se trata de una muestra más que representativa para la población estudiada ya que son todos los jugadores los que realizan el estudio. Por tanto, los resultados serán aplicables a jugadores cuyos clubs tengan una carga de partidos semejante a los del estudio (entre 40-45 partidos a lo largo de la temporada). Además, aunque el estudio se realiza en equipos de primera y segunda división española, los resultados podrían extrapolarse a otras ligas profesionales ya que las características del juego, prevalencia de la lesión y la carga de partidos es realmente parecida si el club no participa en competición europea.

Sin embargo, como se ha descrito en las características de la muestra, aquellos clubs que participen en competición europea tienen una carga de entrenamientos y partidos mucho mayor a los incluidos en el estudio, por tanto, se necesitarán estudios específicos que incluyan este tipo de clubs para que los resultados puedan compararse. Esta podría ser una línea de investigación futura, si los equipos que han sido excluidos del estudio por participar en competición europea podrían verse beneficiados por los resultados del mismo. Sin embargo es cierto que deberían cambiarse parámetros como nº de sesiones, series, repeticiones en función de la carga de partidos.

Como conclusión, si la hipótesis general es aceptada por los resultados, se podría implantar este tipo de ejercicios en los clubs con una carga parecida y disminuir el ratio de lesiones musculares de BF.

Por otro lado, los resultados acerca de la fuerza excéntrica, el ratio funcional H:Q, la longitud muscular y test de Askling proporcionarán la importancia de estos factores

(considerados de riesgo) a la hora de sufrir o no una lesión. Además, se analizará si un protocolo mejora más estos factores que el otro lo cual tiene una importante aplicabilidad para la prevención de estas lesiones. Por ejemplo, si los resultados confirman que aquellos jugadores con menor longitud muscular van a lesionarse, se deberá atacar este factor de riesgo en la práctica. Si además sabemos que la longitud muscular aumenta significativamente más con el protocolo específico, será una buena elección realizar ejercicios del protocolo específico para aumentar la longitud muscular y por tanto no tener un riesgo de lesión tan elevado.

La aplicabilidad de los resultados en relación a las características antropométricas generales se basa en que se conocerá si un jugador tiene más riesgo de lesionarse debido a estas características y por tanto, debería realizar una prevención específica para evitar la lesión.

En general, los resultados son aplicables a todo club con una carga de partidos similar a los clubs incluidos en el estudio y nos darán información acerca de qué variables son importantes para prevenir y qué protocolo o ejercicios son mejores para mejorar estas variables.

No obstante, existen otros deportes en los que la lesión muscular de isquiosural tiene una alta prevalencia con datos semejantes al fútbol europeo. Por tanto, es probable que los resultados fueran extrapolables a deportes como el fútbol australiano o el rugby entre otros ya que se trata de deportes de carrera, contacto directo con el rival y desplazamientos de balón, es decir, con características comunes a fútbol europeo. Sin embargo se precisan estudios más específicos en cada deporte para poder afirmarlo con seguridad, lo cual podría ser una línea de futuro.

Sería necesario estudiar en detalle las características del fútbol amateur pero, considerando que su carga de entrenamientos y partidos es menor, los resultados podrían extrapolarse a los futbolistas amateurs.

Una línea de futuro que podría seguirse es valorar si este estudio obtiene los mismos resultados para el fútbol femenino ya que las características de las mujeres no son las mismas que en los hombres.

Por último, la línea de investigación futura si la hipótesis general es aceptada y por tanto, el tipo de ejercicios del protocolo específico es implantado en los clubs, será estudiar si los datos epidemiológicos de lesión muscular de BF descienden en un periodo de corto, medio y largo plazo. Si por lo contrario la hipótesis general no es aceptada, se deberá seguir estudiando cómo disminuir este altísimo ratio de lesión en el fútbol.

4.6. PLAN DE INTERVENCIÓN

Los ejercicios que se realizarán en cada grupo de intervención han sido elegidos según la bibliografía teniendo en cuenta aspectos como la actividad electromiográfica durante el ejercicio, sin embargo, en este estudio se ha ido un paso más allá y se van a tener en cuenta otros factores como la velocidad de ejecución, el rango de movimiento de cadera y rodilla, predominio de fase excéntrica, unilateralidad, etc, con el objetivo de diferenciar entre ejercicios realmente parecidos al mecanismo lesional y ejercicios que no se asemejan al mismo. Una vez estudiados unos 30 ejercicios descritos en la bibliografía como ejercicios para prevenir la lesión isquiosural, han sido elegidos los cuatro más específicos para el BF y mecanismo lesional y los cuatro menos específicos.

Otro aspecto que se ha tenido en cuenta es la infraestructura necesaria para realizar el ejercicio. Teniendo en cuenta que el estudio se va a realizar en clubs de primera y segunda división española, es imprescindible pensar que no todos ellos tienen los mismos recursos a la hora de comprar material y maquinaria para realizar determinados ejercicios. Por tanto, se han elegido aquellos que no comporten un gasto excesivo para el club y puedan ser realizados por todos los clubs.

A continuación se describe cada ejercicio que se va a realizar en cada protocolo:

4.6.1. PROTOCOLO ESPECÍFICO:

- **The glider exercise:** se trata de un ejercicio en el que el deportista se encuentra en bipedestación, con una mano agarrada a una barandilla para garantizar el equilibrio y una toalla bajo el pie de la pierna que va a realizar el ejercicio. Con la otra pierna fija con el talón apoyado en el suelo, el deportista debe dejar resbalar la pierna hacia detrás provocando un trabajo excéntrico y

estiramiento de la pierna fija, llegar hasta la máxima amplitud posible y realizar fuerza con la pierna apoyada para volver a la posición inicial. Se trata de un ejercicio unilateral (por lo que debe realizarse con ambas piernas), que se puede trabajar a gran velocidad, que implica estiramiento y contracción excéntrica de la musculatura isquiosural debido a la flexión de cadera y extensión de rodilla además de provocar una alta activación del BF (ver *figura 2*).

- **Hip extension exercise:** el deportista debe posicionarse en una máquina específica para el ejercicio o en una máquina típica para realizar trabajo lumbar. La posición inicial es totalmente recto con el tobillo de la pierna a trabajar anclado en el suelo mediante un fijador. La otra pierna esta sin realizar trabajo con la rodilla flexionada. Desde esa posición, con un peso de 5kg en el pecho, el deportista debe dejarse caer realizando una flexión de cadera hasta que el tronco esté totalmente horizontal al suelo realizando una contracción excéntrica y estiramiento de isquiosurales. Desde esa posición el paciente debe realizar contracción de los isquiosurales para volver a la posición inicial. Nuevamente un ejercicio unilateral, con contracción excéntrica y estiramiento de isquiosurales, que se puede realizar a gran velocidad y que tiene una alta activación del BF (ver *figura 3*)
- **The driver exercise:** en este ejercicio el deportista se encuentra en bipedestación, y desde la posición inicial debe mantener el pie de la pierna que trabaja fijo en el suelo y flexionar el tronco levantando la pierna contralateral hasta quedarse con el tronco horizontal al suelo realizando una fuerza excéntrica y estiramiento de isquiosurales. A partir de aquí el deportista debe contraer sus isquiosurales para volver a la posición inicial. Se trata también de un ejercicio unilateral (debe realizarse con ambas piernas), que se puede trabajar a gran velocidad, que implica estiramiento de la musculatura, que implica contracción excéntrica de los isquiosurales y que obtiene una gran activación del BF (ver *figura 4*).
- **The slider exercise:** en este ejercicio el deportista parte de la posición de puente, en decúbito supino con la espalda apoyada en el suelo y los pies apoyados en el suelo con una flexión de rodilla. Debajo del pie a trabajar se pone una toalla. A partir de esta posición, el deportista eleva sus glúteos y la pierna que no trabaja formando una línea recta entre el tobillo, cadera y

hombro del lado contralateral al que se va a trabajar. Después, el paciente debe dejar resbalar su pierna a trabajar con la toalla hasta provocar una extensión completa de rodilla, aquí los isquiosurales están trabajando en estiramiento y de forma excéntrica. Al llegar a la máxima posición el deportista debe realizar fuerza con sus isquiosurales para volver a la posición inicial. Otra vez, se trata de un ejercicio unilateral, excéntrico, con estiramiento parcial de los isquiosurales ya que no se realiza flexión de cadera, pero obtiene una excelente activación del BF. Este ejercicio es difícil realizar a alta velocidad (ver *figura 5*).

4.6.2. PROTOCOLO INESPECIFICO:

- **Nordic Hamstring Exercise:** el deportista parte de la posición inicial de rodillas encima de una colchoneta, un compañero fija sus dos tobillos al suelo y él se deja caer hacia adelante con las manos en el pecho lo más lento posible realizando una contracción excéntrica de los isquiosurales hasta que falla y cae contra el suelo. Es un ejercicio bilateral, a una velocidad muy lenta, que activa muy poco al músculo BF y que no implica estiramiento total de la musculatura isquiosural debido a que no existe flexión de cadera (ver *figura 6*)
- **Normal Hamstring Curl Exercise:** el ejercicio puede realizarse en una máquina de curl de isquiosurales, posición inicial en decúbito prono con la barra encima de los tobillos, o en un banco de cuádriceps, posición inicial en bipedestación con la barra posterior a los tobillos. A partir de ahí se realiza una contracción concéntrica para producir la flexión de rodilla y se vuelve a la posición inicial mediante una contracción excéntrica de los isquiosurales. Un ejercicio bilateral, con poca activación de BF, con poco predominio de la fase excéntrica, sin estiramiento de los isquiosurales y que se debe realizar a velocidad lenta durante la fase excéntrica (ver *figura 7*).
- **Romanian Deadlift Exercise:** el deportista parte en bipedestación con la barra de pesas en las manos y los brazos extendidos. A partir de ahí, mediante una contracción excéntrica de los isquiosurales se realiza una flexión de tronco pura, con las pesas a modo de peso muerto hasta una posición en la que el tronco se encuentra alineado horizontalmente con el suelo. A partir de ahí se vuelve a la posición inicial mediante una contracción

concéntrica. Un ejercicio bilateral, con poca activación del BF y que se debe realizar a velocidades lentas (ver *figura 8*)

- **Kettlebell exercise:** el deportista parte de la posición de bipedestación con una pesa entre las dos manos y los brazos extendidos a modo de peso muerto. Desde ahí, el deportista debe elevar sus brazos junto con la pesa y al bajar realizar una flexión de tronco (contracción excéntrica de isquiosurales). A partir de ahí se vuelve a la posición inicial realizando una extensión de tronco. Un ejercicio bilateral y con muy poca activación del BF (ver *figura 9*).



Figura 2. the glider exercise



Figura 3. the hip extension exercise



Figura 4. the driver exercise



Figura 5. the slider exercise



Figura 6. the Nordic Hamstring Exercise



Figura 7. the normal Curl Hamstring Exercise



Figura 8. the romanian deadlift exercise



Figura 9. the kettlebell exercise

Se propone una frecuencia que ha sido ligeramente modificada de un estudio similar de Petersen *et al* en 2011 (59) con buenos resultados en cuanto a la prevención de lesiones musculares de isquiosurales:

- Primera semana: una sesión por semana, 1 series de 5 repeticiones cada ejercicio.
- Segunda semana: dos sesiones por semana, 1 series de 6 repeticiones cada ejercicio.
- Tercera semana: tres sesiones por semana, 1 series de 6-8 repeticiones cada ejercicio.
- Cuarta semana: tres sesiones por semana, 2 series de 8-10 repeticiones cada ejercicio.
- Quinta, sexta, séptima, octava, novena y décima semana: tres sesiones por semana, 3 series de 8 repeticiones cada ejercicio.
- De la semana décima en adelante: una sesión por semana, 2 series de 8 repeticiones cada ejercicio.

Nº de semana	Nº de sesiones por semana	Nº de series/ejercicio	Nº de repeticiones/ejercicio
1	1	1	5
2	2	1	6
3	3	1	8
4	3	2	8
5-10	3	3	8
10+	1	1	8

Tabla 1. Nº de sesiones series y repeticiones de los ejercicios

En total son 27 sesiones y, posteriormente, una sesión por semana hasta final de temporada.

5. CALENDARIO PREVISTO

El calendario previsto para la realización completa del estudio cursará durante la temporada 2017/2018 siendo los principales puntos de interés los citados a continuación:

- 5 de junio a 11 de junio 2017 → obtención de la muestra mediante la aprobación de clubs y jugadores.
- 13 de junio de 2017 → reunión del grupo investigador.
- 16-17 de junio de 2017 → aleatorización de los equipos.
- 20 de junio de 2017 → reunión con los fisioterapeutas y preparadores físicos de los equipos que vayan a realizar el protocolo específico.
- 23 de junio de 2017 → reunión con los fisioterapeutas y preparadores físicos de los equipos que vayan a realizar el protocolo inespecífico.
- 26 de junio – 2 de julio de 2017 → primera medición.
- 3-5 de julio de 2017 → inicio pretemporada e inicio intervención.
- 11-17 de septiembre de 2017 → segunda medición.
- 14-20 de mayo de 2018 → tercera medición.
- 21 de mayo – 1 de junio de 2018 → análisis de los resultados.
- Junio de 2018 → discusión de los resultados.
- Julio de 2018 → conclusiones del estudio.

En el *Anexo 5* se puede observar una representación gráfica del calendario previsto.

6. LIMITACIONES Y POSIBLES SESGOS

El estudio contiene varias limitaciones que deben ser nombradas.

En primer lugar, el tamaño de la muestra, a priori, es excesivo. Para obtener una muestra significativa son necesarios 193 jugadores. Sin embargo la muestra del estudio pretende ser de 864 jugadores. Esto dificulta considerablemente el momento en el que se han de tomar las mediciones necesarias para el estudio durante una sola semana. Por tanto, podría ser difícil asumir la muestra durante las semanas que se han pautado para tomar las medidas, aunque las medidas y datos que deben tomarse no precisen de un largo periodo de tiempo. No obstante, ante la posibilidad de que muchos clubs no acepten la participación, la muestra podría verse reducida y por tanto sería asumible realizar las mediciones en el periodo determinado. Si la muestra fuera excesiva y no se pudiera asumir las mediciones en una semana, se aumentaría el número de becarios para poder lograr el objetivo mediante la medición de variables en diferentes lugares al mismo tiempo.

Además, una limitación del estudio es el hecho de que se vayan a realizar las mediciones en diferentes lugares del país, ya que aumenta el presupuesto y las condiciones de los lugares habilitados pueden diferir. Sin embargo este aspecto aumenta la adherencia de los jugadores al estudio ya que no deberán desplazarse en grandes distancias para realizar la toma de medidas.

En cuanto al cegamiento de los participantes y de los investigadores, se realizará de la forma correcta para que únicamente una persona, el investigador principal, conozca qué club está realizando el protocolo específico y qué club está realizando el protocolo inespecífico. Los becarios únicamente deben tomar medidas y no saben si el jugador al que están tomándoselas está en un grupo u otro, así que están completamente cegados. A los fisioterapeutas y preparadores físicos se les ha asignado un grupo (A o B) y han acudido a una reunión en la que se les ha explicado un protocolo que deben llevar a cabo pero en ningún momento se les ha comentado las diferencias que tiene con respecto al otro protocolo, únicamente saben que pertenecen a un grupo pero no saben a cuál. Los jugadores, que son los que realizan la intervención, se limitan a seguir las instrucciones de sus fisioterapeutas y preparadores físicos por lo que tampoco saben a qué grupo pertenecen. Por último,

el estadístico externo únicamente ha de agrupar e interpretar los datos sin saber qué grupo es el específico y qué grupo es el inespecífico, únicamente los diferencia en grupo A o grupo B.

El estudio puede tener un sesgo de información, concretamente el sesgo del entrevistador, ya que a la hora de realizar los ejercicios cada fisioterapeuta podría dar unas instrucciones u otras y, finalmente, los ejercicios acaben realizándose de manera distinta en los diferentes clubs. Con motivo de solucionar lo anterior, se realizará la reunión con el personal de los clubs para unificar la forma en la que deben realizarse los ejercicios.

Como limitación del estudio podríamos comentar que únicamente se está teniendo en cuenta un factor de riesgo, la fuerza excéntrica. Sin embargo existen una variabilidad de factores de riesgo extensa que, sin duda, condicionarán el sufrir una lesión o no. No obstante, se ha elegido la fuerza excéntrica porque, consultando la bibliografía, se considera el factor de riesgo modificable más importante.

Por último, se debe exponer que existe una variabilidad entre los individuos que van a participar en el estudio. Habrá jugadores con lesión previa y sin ella, habrá jugadores de 18 años y jugadores de 36, habrá delanteros, porteros y defensas, etc. Por tanto la muestra, en ese sentido, es heterogénea. Sin embargo se ha elegido no modificarla para acercarse lo máximo a la realidad de un equipo de fútbol en el que podemos encontrar todas estas variables. No obstante, con el objetivo de limitar esta limitación, uno de los objetivos secundarios del estudio es agrupar a los jugadores en características comunes (edad, posición, lesión previa, etc) y realizar un análisis por subgrupos para poder acotar los resultados de forma más precisa.

7. PROBLEMAS ÉTICOS

La investigación científica ha dado numerosos beneficios a la humanidad durante toda su historia, sin embargo, también ha planteado desconcertantes problemas éticos, especialmente en experimentos llevados a cabo durante la segunda guerra mundial. Es por eso que a la hora de realizar investigación con seres humanos y con datos de los pacientes es imprescindible tener en cuenta ciertos aspectos éticos sobre la protección de los derechos de los participantes.

Como se va a realizar un ensayo clínico, deben seguirse rigurosamente varios aspectos éticos (60–64):

1) Informe de Belmont (60):

La investigación y la práctica clínica pueden llevarse a cabo de forma conjunta cuando la investigación va focalizada a la valoración de la eficacia y de la seguridad, como es el caso de este proyecto.

Se cumplen cuidadosamente los "principios éticos básicos". Los principios éticos básicos son criterios generales que se utilizan para justificar muchos de los preceptos éticos y valoraciones particulares de las acciones humanas. Entre estos principios se deben destacar:

- El principio de respeto a las personas, todos los individuos deben ser tratados como seres autógenos y todo aquel cuya autonomía esté disminuida tienen derecho a ser protegido.
- El principio de beneficencia, además de respetar las decisiones y proteger del daño a las personas participantes, se debe realizar un esfuerzo para asegurar su bienestar. Es decir, no causar daño, maximizar los beneficios posibles y minimizar los posibles daños.
- El principio de justicia, se da una injusticia cuando a una persona, sin motivo razonable, se le niega un beneficio al cual tiene derecho o cuando se le impone indebidamente una carga.

En cuanto a la aplicación de los principios generales:

- Todo deportista que vaya a participar en el estudio habrá firmado un consentimiento informado tanto él como los responsables de su club. En el consentimiento informado aparece la información necesarias sobre las características y objetivos del estudio así como la posibilidad de cuestionar todo lo que al sujeto le suponga una duda (véase Anexo 1 y 2).
- Valoración de la relación entre riesgos y beneficios, ayudará a los participantes tomar la decisión de participar o no en el estudio.
- Selección aleatoria asignada por el investigador principal, tratados de forma equitativa y con un seguimiento clínico objetivo.

2) Declaración de Helsinki (62):

El estudio cumple con los principios éticos declarados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM). Se trata de una propuesta de principios éticos para la investigación con seres humanos que incluyen la investigación del material humano y la investigación de informaciones identificables.

3) Código de Núremberg (61):

El estudio cumple con los principios básicos para poder satisfacer conceptos morales, éticos y legales nombrados en el Código de Núremberg por el Tribunal Internacional de Núremberg (1947):

- El consentimiento informado es absolutamente esencial. Los participantes de este estudio deberán haberlo firmado para participar en el estudio.
- El estudio se realiza con la finalidad de obtener resultados fructíferos para el bien de la sociedad, en este caso del ámbito deportivo.
- El estudio se ha diseñado en base a los resultados obtenidos en investigaciones previas.
- El experimento evita todo daño y sufrimiento innecesario.
- El riesgo tomado no excede el determinado por la importancia del problema que se pretende resolver.

- Se han tomado las precauciones necesarias y se cuenta con unas instalaciones óptimas para proteger al sujeto.
- El experimento es conducido por personas científicamente calificadas.
- Durante todo el experimento el sujeto tiene la total libertad de abandonar.
- El científico que realiza el experimento está preparado para interrumpir el estudio si así lo ve oportuno.

4) Regulación jurídica en relación al clínico asistencial (63,64):

Se cumplen una serie de leyes que tienen la finalidad de garantizar la situación jurídica y los derechos y obligaciones de los profesionales sanitarios, de los ciudadanos y de las instituciones pertinentes.

Se cumple la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

Se cumple también la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal que tiene como objetivo garantizar y proteger las libertades públicas y los derechos fundamentales de las personas físicas en relación al tratamiento de los datos personales, especialmente se pretende proteger su honor y su intimidad personal y familiar.

Por último, el estudio deberá ser aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Arnau de Vilanova.

8. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

La intervención empezará en junio de 2017. El investigador principal se encargará de la obtención de la muestra. Para ello enviará los consentimientos informados a todos los clubs y jugadores quienes decidirán si participan o no en el estudio y por tanto, permitirán obtener la muestra.

Después, se realizará una primera reunión del grupo investigador, es decir, el investigador principal, los cuatro becarios y el estadístico externo. Para la reunión, el investigador principal será el encargado de explicar a los cuatro becarios detalladamente el proceso para tomar los datos necesarios. Dicha reunión se realizará en Lleida, ciudad de residencia de todo el equipo investigador, en un espacio alquilado que contará con los instrumentos necesarios, es decir, un ecógrafo, varias camillas y una máquina isocinética. Los becarios se familiarizarán con el uso del ecógrafo, con el uso de la máquina isocinética y la realización del test de Askling. El objetivo de esta reunión es que los becarios usen perfectamente los aparatos, ellos realizarán la medición de la longitud del BF, el test de Askling y la medición de la fuerza excéntrica y del ratio funcional H:Q a modo de práctica tantas veces como sea necesario.

Tras la reunión anterior y habiendo obtenido la muestra exacta del estudio, el siguiente paso es la distribución aleatoria de los clubs en los dos grupos que forman el estudio, que realizará el investigador principal mediante un programa informático.

Posteriormente, antes del comienzo de la pretemporada de los equipos, será el investigador principal quien convocará dos reuniones dónde asistirán el fisioterapeuta principal del equipo junto con el preparador físico principal. En una reunión se juntarán todos los fisioterapeutas y preparadores físicos de los clubs que vayan a realizar el protocolo específico y en la otra reunión el resto de fisioterapeutas y preparadores que realicen el protocolo inespecífico. Las reuniones tendrán lugar en Madrid, en un espacio alquilado que constará del material necesario para realizar todos los ejercicios. En estas dos reuniones, el investigador principal será el encargado de mostrar los cuatro ejercicios que han sido elegidos para formar cada protocolo y cerciorarse de que todos los fisioterapeutas y preparadores acaban realizando de forma correcta los ejercicios y saben qué

indicaciones deberán dar a los futbolistas. El investigador principal no revelará en ningún momento características ni diferencias entre los dos protocolos a los fisioterapeutas y preparadores físicos. Además, se hará especial hincapié en que fisioterapeutas y preparadores físicos de diferentes equipos no deberán compartir información sobre el estudio y sus métodos de trabajo en cuanto a prevención de lesiones de isquiosurales ya que esto podría ir en contra del cegamiento del estudio. Una vez acabada esta reunión todo fisioterapeuta y preparador físico sabrá qué ejercicios debe realizar y cómo los debe realizar.

El siguiente paso en el estudio tras finalizar la reunión será comenzar con las mediciones necesarias. Para ello, a lo largo de la semana anterior al comienzo de la pretemporada los jugadores serán citados en una ciudad cercana a su localidad para realizar las mediciones comentadas en apartados anteriores. Se han pautado cuatro puntos estratégicos en la geografía española como son Barcelona, Sevilla, Madrid y Oviedo. Sin embargo, una vez se conozca qué equipos van a participar, estos lugares pueden ser modificados para garantizar la mayor comodidad posible a los deportistas que deberán desplazarse hasta allí en tres ocasiones. En las localidades finalmente asignadas para la toma de mediciones será alquilado un espacio en el que habrá un ecógrafo, una bicicleta estática, varias camillas y una máquina isocinética, es decir, la maquinaria necesaria para tomar las mediciones. Las mediciones serán tomadas por los cuatro becarios quienes cada uno tienen asignado una tarea específica que se ha detallado en el apartado Recogida de Datos y Análisis Estadístico. Esta será la primera medición.

La semana siguiente dará comienzo la pretemporada y por tanto, los clubs realizarán su rutina habitual con el protocolo que se le ha sido asignado y que los fisioterapeutas y preparadores físicos han aprendido a realizar durante la reunión previa.

La segunda medición se realizará del mismo modo que la primera durante la semana 11 y la tercera medición se realizará durante la última semana de temporada del mismo modo que las anteriores.

Durante el mes posterior a la finalización de la temporada el estadístico externo realizará el análisis estadístico mediante el programa SPSS y se extraerán los resultados y las posteriores conclusiones.

Por último, el estudio concluirá con un informe detallado de los resultados y conclusiones obtenidos que será elaborado por el investigador principal así como la comparación de estos resultados con la bibliografía consultada hasta el momento.

9. PRESUPUESTO

En este apartado se va a realizar un presupuesto aproximado del coste del estudio así como nombrar las posibles fuentes de financiación que se van a intentar conseguir. El presupuesto se va a clasificar en dos tipos: recursos humanos y recursos materiales.

9.1. RECURSOS MATERIALES

Recursos materiales necesarios para la toma de datos y medidas durante la reunión con el grupo investigador y durante las tres mediciones que se han pautado para tomar medidas a los jugadores. Cada medición ocupa una semana, por tanto, serán tres semanas además del día de la reunión con el grupo investigador. Es decir, el material que va a exponerse a continuación será alquilado para 22 días.

- Ecógrafo
- Máquina isocinética
- Camillas
- Bicicleta estática

Tanto el ecógrafo como las camillas serán prestados por la Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia de la Universitat de Lleida por lo que no tendrán ningún coste. La bicicleta estática será alquilada al gimnasio Ekke. Por otro lado la máquina isocinética será alquilada a un particular cuyo anuncio ha sido encontrado en la página web Efisioterapia.net. A continuación se expone un cuadro con los detalles de estas operaciones:

MATERIAL NECESARIO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES				
MATERIAL	EMPRESA	EUROS/UNIDAD	UNIDADES	TOTAL (22 días)
<i>Máquina isocinética</i>	Particular	200	1	4400€
<i>Camilla</i>	UdL	0	2	0
<i>Ecógrafo</i>	UdL	0	1	0
<i>Bicicleta estática</i>	Ekke	20	1	440€
TOTAL				4.840€

Tabla 2. Presupuesto material necesario para la medición de variables

Recursos materiales necesarios para la práctica de los ejercicios durante la reunión con los fisioterapeutas:

- Hip Extension Machine
- Barra de musculación
- Pesas para barra de musculación.
- Kettbell (pesa con agarre)
- Colchonetas
- Máquina para Leg Curl
- Sliders (fundas para que el pie resbale)
- Pesas de 5kg para el ejercicio Hip Extension.

Todo este material será alquilado por un día al Gimnasio Ekke de Lleida con el objetivo de minimizar los gastos. A continuación se expone una tabla con la información detallada de los gastos para esta reunión:

MATERIAL NECESARIO PARA LA REUNIÓN CON LOS FISIOTERAPEUTAS Y PREPARADORES FISICOS DE LOS EQUIPOS				
MATERIAL	EMPRESA	EUROS/UNIDAD	UNIDADES	TOTAL
<i>HE machine</i>	Ekke	100	4	400€
<i>Barra musculación + pesas</i>	Ekke	20	4	80€
<i>Kettbell</i>	Ekke	20	4	80€
<i>Colchonetas</i>	Ekke	5	4	20€
<i>Leg Curl</i>	Ekke	100	4	400€
<i>Sliders</i>	Ekke	5	4	20€
<i>Pesas 5kg</i>	Ekke	5	4	20€
TOTAL				1.020€

Tabla 3. Presupuesto del material necesario para la reunión con los fisioterapeutas y preparadores físicos de los equipos

Alquiler de establecimientos para las reuniones y para las mediciones con los jugadores:

ESTABLECIMIENTOS NECESARIOS PARA REALIZAR EL ESTUDIO			
LUGAR	PRECIO/DÍA	Nº DE DÍAS	TOTAL
<i>MADRID</i>	100	8	800
<i>OVIEDO</i>	100	3	300
<i>BARCELONA</i>	100	6	600
<i>SEVILLA</i>	100	6	600
<i>LLEIDA</i>	100	1	100
TOTAL			2.400 €

Tabla 4. Presupuesto para el alquiler de los establecimientos necesarios para realizar el estudio

En cuanto al material necesario para gestionar los datos como pudieran ser material de papelería, ordenadores, sillas, mesas, etc, no se les asocia ningún coste ya que serán proporcionados por el grupo investigador. Además, el transporte de todo el

material que va a utilizarse en diferentes ciudades también va a ser realizado por el grupo investigador por lo que se le asocia un coste nulo.

9.2. RECURSOS HUMANOS

El grupo investigador no obtiene ningún beneficio económico por la realización del estudio, simplemente se verán beneficiados por haber sido partícipes del estudio y por tanto sus beneficios serán académicos. Sin embargo, serán abonados 50€ en calidad de transporte y dietas a cada becario por cada día de trabajo, por tanto se prevé unos **4.200€** destinados a este aspecto.

Por otro lado, todos los participantes del estudio, tanto los jugadores como los fisioterapeutas y preparadores físicos tampoco obtendrán ningún beneficio económico por su participación en el estudio. Sin embargo, se le aportarán 1.000€ a cada club con el objetivo de ayudar en la financiación del desplazamiento de su personal y jugadores. Al esperar una participación de 36 clubs se estima un presupuesto de **36.000€** para este apartado. No obstante, como ha sido expuesto en apartados anteriores, es probable que el número de clubs descienda y por tanto el presupuesto se vería notablemente reducido.

A continuación se expone una tabla con todos los gastos esperados por el estudio:

PRESUPUESTO TOTAL		
RECURSOS MATERIALES	MATERIAL NECESARIO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES	4.840€
	MATERIAL NECESARIO PARA LA REUNIÓN CON LOS FISIOTERAPEUTAS Y PREPARADORES FISICOS DE LOS EQUIPOS	1.020€
	ESTABLECIMIENTOS NECESARIOS PARA ESTUDIO	2.400€
RECURSOS HUMANOS	TRANSPORTE Y DIETAS BECARIOS	4.200€
	FINANCIACIÓN CLUBS	36.000€
TOTAL		48.460€

Tabla 5. Presupuesto total

9.3. FUENTES DE FINANCIACIÓN

Con el objetivo de minimizar lo máximo posible los gastos del estudio se van a pedir diferentes becas cuyos trámites necesarios van a realizarse próximamente. Las becas a las que se opta son expuestas a continuación:

- “Beca de Introducció a la Recerca”, proporcionada por la Universitat De Lleida con una aportación de 1750€.
- “Ajuts per donar suport a les activitats dels grups de recerca”, proporcionada por la Generalitat de Catalunya con una aportación máxima de 8.000€.
- “Ajut a la investigació del Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya”, proporcionada por el Colegio de Fisioterapeutas de Catalunya con una aportación media de 4.000€.

Además de la solicitud de las anteriores becas, se buscarán empresas y/o patrocinadores que estén dispuestos a financiar parte del estudio a cambio de su publicidad.

Con la obtención de estos recursos será más fácil hacer frente al estudio y así poder obtener información relevante para disminuir la prevalencia de lesiones de BF en el fútbol profesional.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Balius R, Pedret C, Pujol M. Lesión de los isquiosurales. In: Lesiones Musculares en el Deporte. Madrid: Médica Panamericana; 2013. p. 229–52.
2. De La Torre, P; Piñero J; Paz A. Trabajo Preventivo Sobre La Musculatura Isquiosural En Función De Su Intervención Cinemática: Programa Preventivo Enfatizando En La Intervención Cinemática Específica De La Musculatura Isquiosural En El Fútbol. Rev Prep Física en el Fútbol. 2016;(Parte 2).
3. Hansen J, Lambert D. NETTER. Anatomía Clínica. MASSON. Götzens V, editor. Barcelona: MASSON; 2006. 667 p.
4. De La Torre, P; Piñero J; Paz A. Trabajo Preventivo Sobre La Musculatura Isquiosural En Función De Su Intervención Cinemática: Revisión Sobre La Lesión De Los Isquiosurales. Rev Prep Física en el Fútbol. 2016;(Parte 1).
5. Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med. 2013;47(6):342–50.
6. Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. Br J Sports Med. 2013;47(12):769–74.
7. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. Scand J Med Sci Sport. 2006;16(2):83–92.
8. Askling CM, Malliaropoulos N, Karlsson J. High-speed running type or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. Br J Sports Med. 2012;46(2):86–7.
9. Askling CM, Tengvar M, Tarassova O, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. Br J Sport Med. 2014;48:532–9.

10. Valle X, Tol JL, Hamilton B, Rodas G, Malliaras P, Malliaropoulos N, et al. Hamstring muscle injuries, a rehabilitation protocol purpose. *Asian J Sports Med.* 2015;6(4):1–11.
11. Opar DA, Williams MD, Timmins RG, Hickey J, Duhig SJ, Shield AJ. Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. Vol. 47, *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2015. 857-865 p.
12. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football - the UEFA injury study Injury incidence and injury patterns in professional football – the UEFA Injury Study. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):533–8.
13. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *Am J Sports Med.* 2011 Jun 1;39(6):1226–32.
14. Mjølsnes R, Arnason A, Østhagen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sport.* 2004;14(5):311–7.
15. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med.* 2012;46(2):81–5.
16. Comfort P, Regan A, Herrington L, Thomas C, McMahon J, Jones P. Ankle Position During the Nordic curl Does Not Affect Muscle Activity of the Biceps Femoris and Medial Gastrocnemius. *J Sport Rehabil.* 2016 Aug 24;(JANUARY):1–18.
17. van der Horst N, Smits D-W, Petersen J, Goedhart E a, Backx FJG. The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2015 Jun 1;43(6):1316–23.
18. Bourne MN, Opar DA, Williams MD, Al Najjar A, Shield AJ. Muscle activation patterns in the Nordic hamstring exercise: Impact of prior strain injury. *Scand J Med Sci Sport.* 2016;26(6):666–74.
19. Bourne MN, Duhig SJ, Timmins RG, Williams MD, Opar DA, Al Najjar A, et al.

- Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *Br J Sports Med.* 2016;bjsports-2016-096130.
20. Heiderscheit BC, Hoerth DM, Chumanov ES, Swanson SC, Thelen BJ, Thelen DG. Identifying the time of occurrence of a hamstring strain injury during treadmill running: A case study. *Clin Biomech.* 2005 Dec;20(10):1072–8.
 21. Chumanov ES, Heiderscheit BC, Thelen DG. Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high speed running. *Med Sci Sport Exerc.* 2011;43(3):525–32.
 22. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2013;47(6):351–8.
 23. Fulton J, Wright K, Kelly M, Zebrosky B, Zanis M, Drvol C, et al. Injury risk is altered by previous injury: a systematic review of the literature and presentation of causative neuromuscular factors. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(5):583–95.
 24. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):731–7.
 25. Seymore KD. The Effect of Eccentric Hamstring Strenght Training on Muscle Function. East Carolina University; 2015.
 26. Orchard JJW, Seward H, Orchard JJW. Results of 2 decades of injury surveillance and public release of data in the Australian Football League. *Am J Sport Med.* 2013;41(4):734–41.
 27. Ekstrand J, Hägglund M, Kristenson K, Magnusson H, Waldén M. Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med.* 2013;47(12):732–7.
 28. Schache AG, Dorn TW, Blanch PD, Brown NAT, Pandy MG. Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Med Sci Sports Exerc.*

- 2012;44(4):647–58.
29. Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(2):67–81.
 30. Malliaropoulos N, Mendiguchia J, Pehlivanidis H, Papadopoulou S, Valle X, Malliaras P, et al. Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. *Br J Sports Med.* 2012;46(12):846–51.
 31. Garrett WE. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med.* 1996;24(6 Suppl):S2-8.
 32. Higashihara A, Nagano Y, Ono T, Fukubayashi T. Differences in activation properties of the hamstring muscles during overground sprinting. *Gait Posture.* Elsevier B.V.; 2015;42(3):360–4.
 33. Dolman B, Verrall G, Reid I. Physical principles demonstrate that the biceps femoris muscle relative to the other hamstring muscles exerts the most force: implications for hamstring muscle strain injuries. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2014;4(3):371–7.
 34. Opar DA, Williams MD, Timmins RG, Dear NM, Shield AJ. Knee flexor strength and bicep femoris electromyographical activity is lower in previously strained hamstrings. *J Electromyogr Kinesiol.* Elsevier Ltd; 2013;23(3):696–703.
 35. Croisier J-L, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret J-M. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2008;36(8):1469–75.
 36. Bourne MN, Williams MD, Opar D a, Al Najjar A, Kerr GK, Shield AJ. Impact of exercise selection on hamstring muscle activation. *Br J Sports Med.* 2016;1–9.
 37. Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):709–14.
 38. Thorborg K. Why hamstring eccentrics are hamstring essentials. *Br J Sports*

Med. 2012;46(7):463–5.

39. Tyler T, Schmitt B, Stephen N. Rehabilitation After Hamstring Strain Injury Emphasizing Eccentric Strengthening at Long Muscle Lengths: Results of Long Term Follow-up. *J Sport Rehabil.* 2015;0(0):1–30.
40. Brukner P. Hamstring injuries: prevention and treatment—an update. *Br J Sports Med.* 2015;49(19):1241–4.
41. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: An intervention study. *Scand J Med Sci Sport.* 2008;18(1):40–8.
42. Seagrave R a., Perez L, McQueeney S, Toby EB, Key V, Nelson JD. Preventive Effects of Eccentric Training on Acute Hamstring Muscle Injury in Professional Baseball. *Orthop J Sport Med.* 2014;2(6):1–7.
43. Ekstrand J, Lee JC, Healy JC. MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):738–43.
44. Mendez-Villanueva A, Suarez-Arrones L, Rodas G, Fernandez-Gonzalo R, Tesch P, Linnehan R, et al. MRI-based regional muscle use during hamstring strengthening exercises in elite soccer players. *PLoS One.* 2016;11(9):1–15.
45. Fernandez-Gonzalo R, Tesch PA, Linnehan RM, Kreider RB, Di Salvo V, Suarez-Arrones L, et al. Individual Muscle use in Hamstring Exercises by Soccer Players Assessed using Functional MRI. *Int J Sports Med.* 2016;37(7):559–64.
46. Mendiguchia J, Arcos AL, Garrues MA, Myer GD, Yanci J, Idoate F. The Use of MRI to Evaluate Posterior Thigh Muscle Activity and Damage During Nordic Hamstring Exercise. *J Strength Cond Res.* 2013 Dec;27(12):3426–35.
47. Goldman EF, Jones DE. Interventions for preventing hamstring injuries: A systematic review. *Physiotherapy. The Chartered Society of Physiotherapy;* 2011;97(2):91–9.
48. McAllister MJ, Hammond KG, Schilling BK, Ferreria LC, Reed JP, Weiss LW.

- Muscle Activation During Various Hamstring Exercises. *J Strength Cond Res.* 2014 Jun;28(6):1573–80.
49. Ono T, Higashihara A, Fukubayashi T. Hamstring functions during hip-extension exercise assessed with electromyography and magnetic resonance imaging. *Res Sport Med.* 2011;19(1):42–52.
 50. Tsaklis P, Malliaropoulos N, Mendiguchia J, Korakakis V, Tsapralis K, Pyne D, et al. Muscle and intensity based hamstring exercise classification in elite female track and field athletes: implications for exercise selection during rehabilitation. *Open access J Sport Med.* 2015;6:209–17.
 51. Zebis MK, Skotte J, Andersen CH, Mortensen P, Petersen HH, Viskaer TC, et al. Kettlebell swing targets semitendinosus and supine leg curl targets biceps femoris: an EMG study with rehabilitation implications. *Br J Sports Med.* 2013;47(18):1192–8.
 52. Núñez F., Santalla A, Munguía D, Floria P, Saez de Villarreal E, Requena B, et al. Book of Abstracts II INTERNATIONAL CONGRESS ON TEAM SPORTS. Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. Sevilla: ICTS; 2013. 978-84 p.
 53. Schoenfeld BJ, Contreras B, Tiryaki-Sonmez G, Wilson JM, Kolber MJ, Peterson MD. Regional Differences in Muscle Activation During Hamstrings Exercise. *J Strength Cond Res.* 2015 Jan;29(1):159–64.
 54. Pita Fernandez S. Tipos de estudio clinico epidemiologicos. *Investigacion.* 2001;1–9.
 55. Sugiura Y, Saito T, Sakuraba K, Sakuma K, Suzuki E. Strength deficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(8):457–64.
 56. Timmins RG, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Biceps femoris long head architecture: A reliability and retrospective injury study. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(5):905–13.
 57. Kwah LK, Pinto RZ, Diong J, Herbert RD. Reliability and validity of ultrasound

- measurements of muscle fascicle length and pennation in humans: a systematic review. *J Appl Physiol*. 2013;114(January 2013):761–9.
58. Askling CM, Nilsson J, Thorstensson A. A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2010;18(12):1798–803.
 59. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2011;39(11):2296–303.
 60. John K. Belmont Report. *Ann Phys (N Y)*. 1979;54:258.
 61. Núremberg TI. Código De Núremberg. *Etica Médica*. 1947;1:2.
 62. Kong H. Declaracion de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 2013;1–9.
 63. Jefatura del Estado. Ley 41/2002 de Autonomía del Paciente. *Boletín Of del Estado*. 2002;274:40126–32.
 64. Jefatura del Estado. Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal. *Boletín Of del Estado*. 1999;298:43088–99.

11. ANEXOS

ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO CLUBS

INFLUENCIA DEL TIPO DE EJERCICIOS DE FUERZA EXCÉNTRICA EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES DE BÍCEPS FEMORAL EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Lee este documento con atención y realice todas las preguntas que usted crea necesario acerca del documento o del propio estudio al responsable del mismo.

Gracias a la colaboración de diferentes instituciones como la Universitat de Lleida se va a realizar este estudio que será descrito a continuación.

Con el objetivo de solucionar parte de la problemática que causan las lesiones en los diferentes clubs del fútbol profesional español y habiendo consultado la bibliografía más reciente en cuanto a la epidemiología de lesiones en el deporte en cuestión, se pretende realizar un estudio en relación a la lesión más prevalente, la lesión muscular de bíceps femoral.

Se trata de la lesión más prevalente con un tanto por ciento bastante elevado desde hace varias décadas. Se han intentado bajar los ratios de esta lesión mediante programas preventivos, sin embargo no se está consiguiendo. Es por eso que quizás no estamos yendo en la dirección correcta para prevenir esta lesión y el propósito de este estudio es encontrar esta dirección.

El estudio pretende comparar dos protocolos de ejercicios preventivos de isquiosurales que han sido descritos como tales en la bibliografía y valorar si existen diferencias significativas entre ambos en cuanto al número de lesiones registradas, severidad de las lesiones registradas, fuerza excéntrica de los isquiosurales, longitud muscular del bíceps femoral, puntuación en el test de Askling y características personales de los futbolistas.

Cada protocolo consta de cuatro ejercicios de fuerza excéntrica de la musculatura isquiosural, por lo tanto, ambos protocolos contienen cuatro ejercicios preventivos de lesión de bíceps femoral. Sin embargo, la diferencia entre ambos protocolos reside en parámetros como velocidad de realización, rango de movimiento de la ejecución,

unilateralidad/bilateralidad del ejercicio, etc. Los resultados nos permitirán analizar si influye la elección de ejercicios de fuerza excéntrica en la efectividad de los programas de prevención de lesiones musculares de bíceps femoral en futbolistas profesionales y por tanto, según los resultados, modificar de una forma u otra los programas de prevención de los equipos para disminuir considerablemente el ratio tan elevado de esta lesión.

El estudio se llevará a cabo durante la temporada 2017/2018 donde la intervención en sí tendrá una duración de 10 semanas. Antes de dar comienzo la pretemporada, se realizará la aleatorización de clubs dónde a cada uno le tocará uno de los dos protocolos. Estos protocolos deberán ser llevados a cabo durante la pretemporada y parte de la temporada por parte del personal sanitario y deportivo del club como son los fisioterapeutas y preparadores físicos del mismo. Para la obtención de datos y resultados que se han comentado anteriormente se realizarán tres mediciones, una antes de comenzar la pretemporada, una al finalizar la intervención y la última al finalizar la temporada. Para la obtención de datos se realizarán una serie de preguntas personales al futbolista (edad, lesiones previas, posición en el terreno de juego, etc.), un test de fuerza excéntrica en una máquina isocinética, un test de Askling y una ecografía muscular de la musculatura isquiosural.

El estudio ha estado previamente aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) y está regido por una serie de convenios según la Declaración de Helsinki y el Código de Núremberg. Además se han tenido en cuenta una serie de recomendaciones éticas para la participación de humanos regidas en el informe de Belmont. También consta con la regulación jurídica de la Ley 14/1986, la Ley 41/2000 y la Ley Orgánica 15/1999. Debido a lo comentado anteriormente, se informa de que no existe ningún tipo de riesgo para el futbolista que vaya a participar en el estudio.

Además, estará totalmente prohibido revelar información acerca del estudio y del programa de prevención de lesiones de isquiosurales a todo el personal y/o jugadores de otros clubs.

En conclusión, si usted está de acuerdo en la participación de su club en el estudio descrito anteriormente debe rellenar los datos siguientes:

Presidente del club:

Yo,, con DNI
a fecha dede en, como máximo
responsable del club declaro que acepto la
participación en este estudio y que he sido informado de forma detallada del
procedimiento que va a seguirse.

Firma:

Fisioterapeuta del club:

Yo,, con DNI
a fecha dede en, como
fisioterapeuta responsable del club declaro
que acepto la participación en este estudio y que he sido informado de forma
detallada del procedimiento que va a seguirse.

Firma:

Preparador físico del club:

Yo,, con DNI
a fecha dede en, como preparador
físico responsable del club declaro que
acepto la participación en este estudio y que he sido informado de forma detallada
del procedimiento que va a seguirse.

Firma:

ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO JUGADORES

INFLUENCIA DEL TIPO DE EJERCICIOS DE FUERZA EXCÉNTRICA EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES DE BÍCEPS FEMORAL EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Lee este documento con atención y realice todas las preguntas que usted crea necesario acerca del documento o del propio estudio al responsable del mismo.

Este documento se trata de un consentimiento informado que deberás rellenar si usted está de acuerdo en participar en el estudio que se describirá posteriormente. Si usted está leyendo esto significa que tanto el presidente del club al que pertenece como su fisioterapeuta y preparador físico principal han recibido una explicación del procedimiento que va a seguirse y de los objetivos que se pretenden y han aceptado la participación del club en el estudio. No obstante, usted puede decidir si quiere o no quiere participar en el mismo.

Gracias a la colaboración de diferentes instituciones como la Universitat de Lleida se va a realizar este estudio que será descrito a continuación.

Con el objetivo de solucionar parte de la problemática que causan las lesiones en los diferentes clubs del fútbol profesional español y habiendo consultado la bibliografía más reciente en cuanto a la epidemiología de lesiones en el deporte en cuestión, se pretende realizar un estudio en relación a la lesión más prevalente, la lesión muscular de bíceps femoral.

Se trata de la lesión más prevalente con un tanto por ciento bastante elevado desde hace varias décadas. Se han intentado bajar los ratios de esta lesión mediante programas preventivos, sin embargo no se está consiguiendo. Es por eso que quizás no estamos yendo en la dirección correcta para prevenir esta lesión y el propósito de este estudio es encontrar esta dirección.

El estudio pretende comparar dos protocolos de ejercicios preventivos de isquiosurales que han sido descritos como tales en la bibliografía y valorar si existen diferencias significativas entre ambos en cuanto al número de lesiones registradas, severidad de las lesiones registradas, fuerza excéntrica de los isquiosurales, longitud

muscular del bíceps femoral, puntuación en el test de Askling y características personales de los futbolistas.

Cada protocolo consta de cuatro ejercicios de fuerza excéntrica de la musculatura isquiosural, por lo tanto, ambos protocolos contienen cuatro ejercicios preventivos de lesión de bíceps femoral. Sin embargo, la diferencia entre ambos protocolos reside en parámetros como velocidad de realización, rango de movimiento de la ejecución, unilateralidad/bilateralidad del ejercicio, etc. Los resultados nos permitirán analizar si influye la elección de ejercicios de fuerza excéntrica en la efectividad de los programas de prevención de lesiones musculares de bíceps femoral en futbolistas profesionales y por tanto, según los resultados, modificar de una forma u otra los programas de prevención de los equipos para disminuir considerablemente el ratio tan elevado de esta lesión.

El estudio se llevará a cabo durante la temporada 2017/2018 donde la intervención en sí tendrá una duración de 10 semanas. Antes de dar comienzo la pretemporada, se realizará la aleatorización de clubs dónde a cada uno le tocará uno de los dos protocolos. Estos protocolos deberán ser llevados a cabo durante la pretemporada y parte de la temporada por parte del personal sanitario y deportivo del club como son los fisioterapeutas y preparadores físicos del mismo. Para la obtención de datos y resultados que se han comentado anteriormente se realizarán tres mediciones, una antes de comenzar la pretemporada, una al finalizar la intervención y la última al finalizar la temporada. Para la obtención de datos se realizarán una serie de preguntas personales al futbolista (edad, lesiones previas, posición en el terreno de juego, etc.), un test de fuerza excéntrica en una máquina isocinética, un test de Askling y una ecografía muscular de la musculatura isquiosural.

El estudio ha estado previamente aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) y está regido por una serie de convenios según la Declaración de Helsinki y el Código de Núremberg. Además se han tenido en cuenta una serie de recomendaciones éticas para la participación de humanos regidas en el informe de Belmont. También consta con la regulación jurídica de la Ley 14/1986, la Ley 41/2000 y la Ley Orgánica 15/1999. Debido a lo comentado anteriormente, se informa de que no existe ningún tipo de riesgo para el futbolista que vaya a participar en el estudio.

Durante la realización del estudio usted puede abandonar sin ningún tipo de penalización, sin embargo, en caso de que se dé esta decisión y no pueda o no quiera continuar con el estudio rogamos se nos informe de su abandono.

Además, estará totalmente prohibido revelar información acerca del estudio y del programa de prevención de lesiones de isquiosurales a todo el personal y/o jugadores de otros clubs.

En conclusión, si usted está de acuerdo en la participación de su club en el estudio descrito anteriormente debe rellenar los datos siguientes:

Yo, con DNI a fecha de ... de del en, como jugador del club..... declaro que acepto la participación en este estudio y que he sido informado de forma detallada del procedimiento que va a seguirse.

Firma:

ANEXO 3: TEST DE ASKLING



ANEXO 4: RECOGIDA DE DATOS

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

- Nombre:
- Club:
- Protocolo (1 o 2):
- Número asignado:
- Edad:
- Peso:
- Altura:
- IMC:
- Lesiones previas:
- Posición en el terreno de juego:

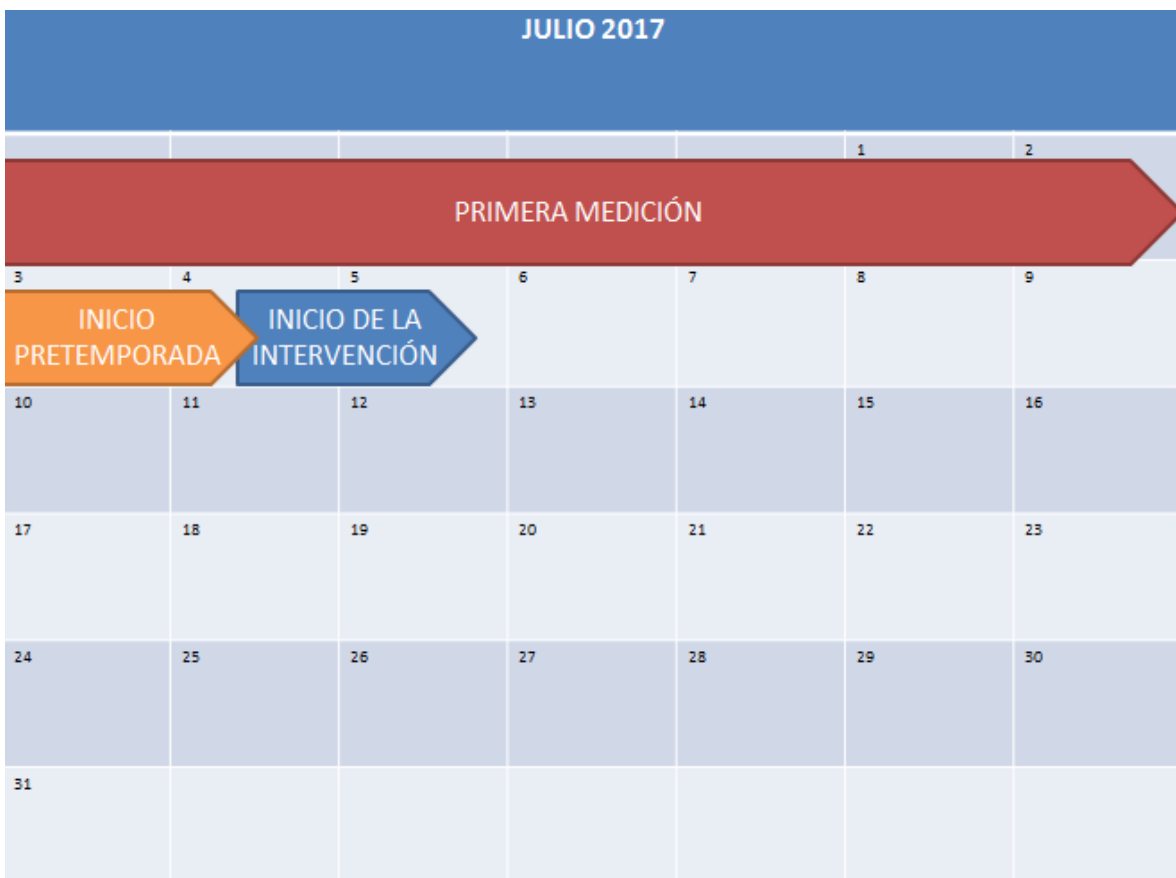
DATOS ESPECÍFICOS:

Variable	1ª medición	2ª medición	3ª medición	Variación
Fuerza excéntrica (N)				
Ratio funcional H:Q				
Longitud vientre muscular BF (cm)				
Longitud total BF (cm)				
Askling test (1/10)				

Descripción de la lesión (dejar en blanco si no hay lesión):

Severidad de la lesión (dejar en blanco si no hay lesión):

ANEXO 5: CALENDARIO PREVISTO



SEPTIEMBRE 2017

				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
SEGUNDA MEDICIÓN						
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

MAYO 2018

	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
TERCERA MEDICIÓN						
21	22	23	24	25	26	27
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS						
28	29	30	31			
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS						

