

**creación de un protocolo de *screening* en futbolistas profesionales masculinos
para detectar factores de riesgo de lesión muscular y establecer un plan
preventivo individual**



Alumno:

Andoni Sesma Mendaza

Directora:

Silvia Ortega Cebrián

Asignatura y curso académico:

Trabajo Fin de Grado de Fisioterapia – 5º Curso

Universidad, fecha y lugar:

Tecnocampus Mataró-Maresme, 15 de mayo de 2023

ÍNDICE DE CONTENIDO

- 1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE 1**
- 2. INTRODUCCIÓN 3**
- 3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO..... 8**
- 4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS 9**
- 5. METODOLOGÍA..... 10**
- 6. CRONOGRAMA 37**
- 7. PRESUPUESTO 38**
- 8. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA 39**
- 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40**
- 10. ANEXOS 48**

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Fórmula A de incidencia de lesiones por cada 1000 horas	3
FIGURA 2. Fórmula B de incidencia de lesiones por cada 1000 horas.	3
FIGURA 3. Nuevo modelo conceptual descrito por Mendiguchía. J, y colaboradores	5
FIGURA 4. Valoración de fuerza de glúteo mayor con dinamómetro	11
FIGURA 5. Valoración de fuerza de isquiosurales con dinamómetro	11
FIGURA 6. ASLR Test	11
FIGURA 7. Jurdan Test	12
FIGURA 8. Thomas Test modificado.	13
FIGURA 9. Dinamometría manual de cuádriceps	13
FIGURA 10. Squeeze Test a 45º	14
FIGURA 11. Prone Plank Test (PPT)	15
FIGURA 12. Closed Kinetic Chain Test (CCT)	15
FIGURA 13. Esquema del protocolo de valoración musculoesquelética.	19
FIGURA 14. Nordic Hamstring	21
FIGURA 15. Single leg bridge	22
FIGURA 16. Forward step-up	23
FIGURA 17. Single limb squat (SLS)	23
FIGURA 18. AKE Exercise asistido con Fitball	24
FIGURA 19. Flexión de cadera contra goma elástica	25
FIGURA 20. OH Medicine Ball Reverse Lunge	26
FIGURA 21. Thomas exercise	27
FIGURA 22. Modified Thomas exercise	27

FIGURA 23. Copenhagen adductor exercise (CAE)	28
FIGURA 24. Adductor lateral slide	29
FIGURA 25. Movilidad rotacional de cadera	30
FIGURA 26. Prone Plank	31
FIGURA 27. Side lying	32
FIGURA 28. Prone Plank VS Mancuerna	33
FIGURA 29. Foam Roller	34
FIGURA 30. Plantilla CORE	54
FIGURA 31. Plantilla FUERZA HHD	54
FIGURA 32. Plantilla ROM	54

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Variables del estudio	17
TABLA 2. Variables del estudio y sus factores de riesgo	21
TABLA 3. Cronograma del trabajo	38
TABLA 4. Presupuesto del protocolo	39

GLOSARIO

IMC	Índice de masa corporal
PSLR	Passive Single Leg Raise
AKE	Active Knee Extension
PPT	Prone Plank Test
CCT	Closed Kinetic Chain Test
ROM	Range of Motion
EVA	Escala visual analógica
FMS	Functional Movement Screen
HHD	Handheld dynamometer
ACSM	American College of Sports Medicine
DOMS	Delayed Onset Muscle Soreness
MCVI	Máxima contracción voluntaria isométrica
CAE	Copenhagen Adductor Exercise
SLS	Single Limb Squat
EMG	Electromiografía
FNP	Facilitación neuromuscular propioceptiva
LSI	Limb Symmetry Index
IA	Inteligencia Artificial

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

CASTELLANO

El fútbol es uno de los deportes más practicados y estudiados del mundo, sin embargo, la prevalencia de lesiones se mantiene constante durante los últimos años, incluso aumentando en algunos tipos de lesiones musculares. Esto se traduce en una gran carga financiera soportada por los clubes y un descenso del rendimiento en competición. Se estima una prevalencia de 8.1 lesiones por cada 1000 horas de práctica, siendo la más común la lesión muscular. Actualmente, no se dispone de ningún indicador de rendimiento como claro predictor del riesgo de lesión. No obstante, en la literatura están descritos diversos factores de riesgo para las lesiones más prevalentes en el fútbol profesional.

En este trabajo se recogen las lesiones musculares con mayor incidencia en el fútbol profesional masculino y tiene como objetivo identificar los principales factores de riesgo de las lesiones musculares más típicas en el fútbol y aplicar un plan preventivo individual para disminuir el riesgo de lesión. En consecuencia, se busca disminuir la incidencia de lesiones en el equipo, aumentando así el rendimiento en competición y fomentando el bienestar de los jugadores.

Se propone un protocolo de valoración musculoesquelética en un equipo de 25 jugadores profesionales que militan en la Irán Pro-League, máxima categoría de la República Islámica de Irán. Se recogen mediciones objetivas de fuerza, rango de movimiento y estabilidad lumbopélvica en 3 momentos diferentes de la temporada, además de calcular la incidencia de lesiones a final de temporada. Desde la primera valoración, se aplica un plan preventivo individual basado en los factores de riesgo detectados a cada jugador.

Mediante esta intervención, se espera disminuir la incidencia de lesiones en el equipo, así como aumentar el rendimiento en competición. En un futuro, puede servir como una fuente de datos complementaria al uso de indicadores de carga interna y externa e incluir así la inteligencia artificial con el objetivo de desarrollar un algoritmo y generar una variable predictora del riesgo de lesión.

Palabras clave: Fútbol, lesiones musculares, factores de riesgo, prevención y rendimiento.

ENGLISH

Soccer is one of the most practiced and studied sports in the world, however, the prevalence of injuries has remained constant over the last few years, even increasing in some types of muscle injuries. This results in a large financial burden on clubs and a decrease in competitive performance. A prevalence of 8.1 injuries per 1000 hours of practice is estimated, with muscle injury being the most common. Currently, there is no performance indicator available as a clear predictor of injury risk. However, several risk factors for the most prevalent injuries in professional soccer are described in the literature.

The aim of this study is to identify the main risk factors for the most typical muscle injuries in soccer and to apply an individual preventive plan to reduce the risk of injury. Consequently, the aim is to reduce the incidence of injuries in the team, thus increasing performance in competition and promoting the welfare of the players.

A musculoskeletal assessment protocol is proposed in a team of 25 professional football players who play in the Iran Pro-League, the highest category of the Islamic Republic of Iran. Objective measurements of strength, range of motion and lumbopelvic stability will be registered at 3 different times during the season. In addition, incidence of injury at the end of the season will be calculated. Once data has been analyzed after the first screening any player showing risk factors will undertake an individual preventive plan based on the risk factors detected.

Through this intervention, it is expected to reduce the incidence of injuries in the team, as well as to increase the performance in competition. In the future, the results of this study as well as internal and external load indicators could be included to develop artificial intelligence in order to develop an algorithm and generate a predictor variable of injury risk.

Key words: Football, muscle injuries, risk factors, prevention, and performance.

2. INTRODUCCIÓN

El fútbol es el deporte más popular y uno de los más practicados en todo el mundo, sin embargo, la prevalencia de lesiones en este deporte se ha mantenido constante durante los últimos años, incluso llegando a aumentar en aquellas que afectan a la musculatura isquiosural (1).

Por un lado, la principal problemática para los clubes profesionales es que existe una fuerte correlación entre la disponibilidad de los jugadores y el rendimiento del equipo a nivel de clasificación, partidos ganados, goles a favor y totalidad de puntos. Es decir, a mayor cantidad de jugadores disponibles para la selección, hay más posibilidades de que el rendimiento sea mayor, por ejemplo, de que se gane el partido (2–4).

En consecuencia, esta problemática se traduce en una gran carga financiera que los clubes profesionales deben soportar, de manera que a menor rendimiento los ingresos económicos disminuyen y el salario de los jugadores que están lesionados se mantiene, sin poder seleccionarlos para la competición. Se estima que el gasto medio mensual que debe sobrellevar un club profesional de alto nivel por un jugador lesionado es alrededor de 500.000€ (5).

Por otro lado, a nivel de epidemiología de las lesiones en el fútbol profesional, se estima que la prevalencia es de 8.1 lesiones por cada 1000 horas de práctica en futbolistas masculinos profesionales (6). Este cálculo se puede llevar a cabo dividiendo la suma de lesiones entre las horas de exposición totales y multiplicando por 1000 (Figura 1) o dividiendo el número total de lesiones entre en número de partidos multiplicado por 11 jugadores y por la duración del partido, usando el factor 1.5, asumiendo que un partido son 90 minutos, y el resultado de todo esto lo multiplicamos por 1000 (Figura 2). Cabe destacar, que en los partidos se multiplica por 10 el riesgo de lesión frente a un entrenamiento y que alrededor del 80% de las lesiones en este deporte afectan a la extremidad inferior, siendo las más comunes las lesiones musculares y tendinosas.

$$\text{INCIDENCIA} = 1000 \times \frac{\sum \text{LESIONES}}{\sum \text{HORAS DE EXPOSICIÓN}}$$

Figura 1. Fórmula A de incidencia de lesiones por cada 1000 horas (6).

$$\text{INCIDENCIA} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{LESIONES}}{\text{N}^{\circ} \text{PARTIDOS} \times 11 \text{ JUGADORES} \times 1,5} \times 1000$$

Figura 2. Fórmula B de incidencia de lesiones por cada 1000 horas (6).

En base a la estructura de un equipo, en una plantilla de 25 jugadores, se producen unas 50 lesiones por temporada, es decir, 2 por jugador. De todas ellas, la mayoría (70%) son de naturaleza aguda/traumática. Además, las lesiones musculares se encuentran entre el 30-40% del total (6-8). Si se realiza una clasificación de lesiones según la localización, se encuentra que el muslo es la región que más lesiones sufre, seguida de la rodilla, el tobillo y la cadera. Hay un fuerte consenso en la literatura científica que el grupo muscular más frecuentemente lesionado en fútbol son los isquiosurales (5-10). Asimismo, también se ve afectado a nivel muscular-tendinoso el cuádriceps, los aductores y el tríceps sural (6-8).

Hoy en día, no hay ninguna prueba disponible para predecir lesiones (12). Sin embargo, diversos factores de riesgo están descritos para las lesiones más prevalentes en fútbol profesional (13-15). A continuación, se exponen los factores de riesgo de lesión para los isquiosurales, cuádriceps y aductores, además de la importancia que tiene la estabilidad lumbopélvica en la prevención de lesiones de las extremidades inferiores.

FACTORES DE RIESGO EN ISQUIOSURALES

En la evidencia científica se aprecia un enfoque muy reduccionista cuando se habla de factores de riesgo sobre las lesiones de isquiosurales en fútbol, además de un fallo en el nivel de calidad y metodología de los estudios, los cuales se recomiendan que sean de tipo prospectivo con al menos 200 sujetos y con 20-50 lesiones de isquiosurales. También se recomienda realizar un análisis estadístico multivariable cuyo objetivo sea detectar factores de riesgo no conocidos (16).

Estos son un grupo muscular con alto riesgo de recidivar, entre un 12-31% y su incidencia se ha visto incrementada en el transcurso de los años (1). En un estudio dirigido por Jurdan Mendiguchía se propone un nuevo modelo conceptual (Figura 3) para analizar las lesiones de isquiosurales, dándole un enfoque más holístico e identificando 6 factores de riesgo relacionados entre sí; flexibilidad, fuerza, fatiga, arquitectura muscular, lesión previa y estabilidad lumbopélvica (CORE) (17).

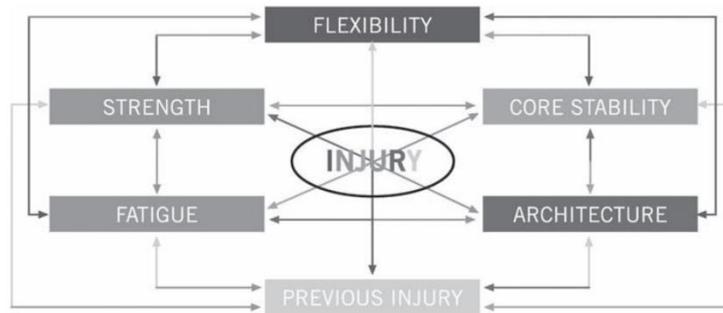


Figura 3. Nuevo modelo conceptual descrito por Mendiguchía, J, y colaboradores (17).

En esta revisión sistemática, Prior y su equipo (18) se propusieron obtener la mejor evidencia disponible sobre los factores de riesgo y el manejo de las lesiones en los músculos isquiotibiales. De acuerdo con sus hallazgos, se concluyó que la edad, haber sufrido previamente una rotura en los músculos isquiotibiales y pertenecer a una raza de color son factores de riesgo significativos para desarrollar lesiones en esta área del cuerpo. No obstante, cabe destacar que ninguno de estos factores es modificable. Existe controversia en la evidencia sobre la flexibilidad y la fuerza como factores de riesgo para este grupo muscular, analizada de manera aislada. No obstante, se ha descrito en este estudio (18) el ratio de fuerza en isquiosural con cuádriceps (H:Q) y se considera del 60%. Además, establecen como valor de corte un índice de simetría entre piernas (LSI) un 10%. Concluyen que para prevenir posibles lesiones musculares de la extremidad inferior y aumentar el rendimiento, se tengan en cuenta las asimetrías entre piernas.

FACTORES DE RIESGO EN CUÁDRICEPS

En cuanto a las roturas de cuádriceps, suelen ocurrir en deportes donde encontramos golpes y esprints, ya que son dos mecanismos de lesión típicos. En este grupo, el recto femoral es el vientre muscular más afectado y suelen suceder en periodos de pretemporada. Asimismo, la tasa de recidiva es alta (17%) (19).

Hay cierta controversia en los factores de riesgo de esta lesión, gran parte de la evidencia actual apunta hacia la movilidad y la fuerza, en concreto en la contracción excéntrica, como factores de riesgo modificables. Además, el haber tenido una lesión previa tanto en cuádriceps como en isquiosurales aumenta el riesgo. Sorprendentemente, no se ha visto una relación entre edad y este tipo de lesión muscular (20).

También se ha observado que en los jugadores que miden menos de 182cm aumenta significativamente el riesgo de lesión comparado con individuos más altos, así como con los más pesados en comparación con los más livianos (21). Igualmente, la dominancia de pierna de golpeo puede considerarse un factor de riesgo debido a que se genera mayor exposición al mecanismo de lesión del chute. Estos últimos son factores no modificables pero importantes para tener en cuenta en la realización del screening. La mejora de la fuerza flexora proximal de cadera y extensora de rodilla en longitudes largas del recto femoral son áreas clave para reducir las lesiones de este vientre muscular (20).

Por un lado, el psoas-ilíaco es un músculo importante que trabajar ya que es un potente flexor de cadera y, en consecuencia, una reducción en la fuerza y/o activación puede resultar en una compensación por parte del recto femoral, lo que puede llevar a una sobrecarga de esta musculatura incrementando el riesgo de lesión (20).

Por otro lado, el entrenamiento excéntrico es el único que ha demostrado desarrollar la longitud óptima de tensión de los extensores de rodilla, crítica cuando se produce una lesión muscular, ya que significa que el músculo ha superado esa longitud óptima. En este caso, el recto femoral realiza una contracción excéntrica durante la extensión de cadera y flexión de rodilla, y se ha visto que hay mayores cambios de longitud del recto femoral en la articulación de la rodilla que en la cadera (22), por ello, se dice que este músculo depende en gran parte de la rodilla.

FACTORES DE RIESGO EN ADUCTORES

El dolor inguinal o *groin pain*, es una entidad que, gracias al acuerdo de Doha, se ha podido agrupar en 4 entidades diferentes; relacionado con aductor, con iliopsoas, con canal inguinal y con pubis y establecer así un cierto orden en el tratamiento de esta región tan compleja (23).

Este tipo de lesiones llegan a ser un 10-18% de todas las lesiones en fútbol. En la evidencia científica, parece un factor de riesgo claro el déficit de fuerza aductora de cadera (24) combinado con un desajuste en el ratio de fuerza de la aducción y la abducción de cadera. Además, también hay evidencia a favor del déficit de movilidad como un factor de riesgo a tratar, ya que, en un estudio, el ROM promedio de cadera (suma de rotación interna y externa) fue significativamente menor en los jugadores que posteriormente se lesionaron (25). No obstante, parece que cobra más importancia el déficit de rotación interna de cadera que la externa a la hora de diferenciar aquellos pacientes con dolor inguinal (26). Además, hay evidencia que considera como factor de riesgo el haber tenido previamente una lesión de *groin*, tener mayor nivel de juego y/o una disminución en los niveles de entrenamiento específico del deporte que se practica (23).

Gracias al trabajo de Mosler, A y colaboradores (27), se determinaron valores normativos de referencia de fuerza de cadera y rango de movimiento para futbolistas masculinos profesionales, en este caso, en la primera liga de Qatar. Para la fuerza en el *Squeeze Test*, se determinó como rango normal entre 2.8-4.4 N/Kg. Para la fuerza aductora y abductora, 2.4-3.6 Nm/kg y 2.2-3.0 Nm/kg respectivamente. Además, el ratio ADD/ABD normal se estableció en 0.9-1.4. En cuanto al rango de movimiento, se destaca el rango de grados de rotación interna a 90º de flexión de cadera (24-40º) y de rotación externa a 90º de flexión de cadera (30-47º). Para más detalle pueden consultar el artículo completo (27).

CORE STABILITY Y SU IMPLICACIÓN EN EL CONTROL DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES

Podemos definir el CORE como un núcleo central del cuerpo para estabilizar, generar y transferir fuerzas en todas las actividades deportivas. Es relevante para conseguir una eficiente función a nivel biomecánico para maximizar la generación de fuerzas y minimizar la carga en las articulaciones, dotándolas de estabilidad. Disfunciones en este grupo, más en concreto en la musculatura relacionada con la cadera, resultan en alteraciones de tronco y pelvis que están fuertemente asociadas con la lesión de rodilla (28). Asimismo, la musculatura proximal de tronco y cadera está relacionada con la biomecánica de la articulación de la rodilla, en todos los planos de movimiento (29). Es por ello por lo que programas preventivos que se incluyan trabajo del control neuromuscular en tronco y cadera puede disminuir lesiones en la extremidad inferior, en este estudio en concreto, de ligamento cruzado anterior (29).

3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En la evidencia actual, se recogen estudios de *screening* en deportistas mediante el uso del *Functional Movement Screen (FMS)*, sin grandes hallazgos (30). Asimismo, se elaboró un protocolo de intervención muy sencillo llamado FIFA11+ con el objetivo de disminuir la incidencia de lesiones en el fútbol y se ha visto una disminución en el número de lesiones en futbolistas jóvenes y amateurs (5,31–33). No obstante, este protocolo propuesto por FIFA es común para todo el equipo, sin realizar ninguna distinción entre individuos.

Con estos antecedentes, parece interesante realizar un protocolo de *screening* musculoesquelético individualizado a los equipos de fútbol profesionales para obtener una medición objetiva de varias pruebas y detectar posibles factores de riesgo para trabajar posteriormente de manera individual y específica para aquellos parámetros que puedan aumentar el riesgo de lesión.

Como se ha visto anteriormente, las lesiones en el fútbol están aumentando a pesar de todos esfuerzos que se están realizando para evitarlas. Muchos deportistas son conscientes de la problemática, pero no le dan la importancia que se merece. Además, es vital que el staff técnico del equipo se implique en este ámbito, así como los directivos para crear una buena adherencia por parte de los jugadores, normalmente reacios a estas sesiones preventivas (34).

Es muy importante la obtención de medidas objetivas antes de comenzar la temporada para identificar los factores de riesgo de lesiones musculares y, además, tener valores de referencia individuales en el momento en que se produzca una lesión. Esto ayuda a gestionar el proceso de rehabilitación pasando de fases de manera más segura, con el apoyo de la evidencia científica más reciente, además de objetivar el progreso de nuestro atleta (35,36).

En conclusión, hay poco consenso en la verdadera utilidad de realizar valoraciones musculoesqueléticas para predecir el riesgo de lesión, sin embargo, hay que actuar de manera inmediata debido al contexto en el que se encuentra el fútbol profesional con relación a las lesiones. En este trabajo se propone un protocolo de valoración musculoesquelética en futbolistas profesionales con el fin de detectar posibles factores de riesgo y a partir de ahí elaborar un plan individual que disminuya el riesgo de lesión de los jugadores.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

a. HIPÓTESIS

1. La identificación de factores de riesgo de lesión en el fútbol profesional para la aplicación de un plan preventivo individual disminuye la incidencia de lesión.

b. OBJETIVOS

i. OBJETIVO GENERAL

1. Identificar los factores de riesgo de las lesiones musculares más prevalentes en el fútbol profesional masculino.
2. Aplicar un plan preventivo individual.
3. Registrar la incidencia de lesión del equipo a final de temporada.

ii. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Registrar las mediciones de ROM y fuerza descritas como factores de riesgo.
2. Elaborar un plan individual en función de los factores de riesgo detectados.
3. Medir la incidencia de lesión por cada 1000 horas a final de temporada.

5. METODOLOGÍA

a. DISEÑO DEL ESTUDIO

Este estudio es de tipo descriptivo, observacional y longitudinal debido a que se va a realizar a lo largo de una temporada completa.

b. POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio va dirigido a un equipo formado por 25 futbolistas profesionales que militan en la primera división de Irán. La muestra se recoge contactando en primer lugar con el staff técnico vía email para proponer el estudio, una vez se obtiene la aprobación, se realiza una reunión informativa para explicar cada uno de los procedimientos, y se les suministra la hoja de consentimiento informado tanto a los jugadores como al responsable del club. Como criterios de inclusión se contemplan el ser jugador profesional de fútbol y pertenecer a la primera plantilla del equipo, ser mayor de 18 años, y tener más de 10 años de experiencia en el fútbol, tanto a nivel amateur como profesional. Como criterios de exclusión se contemplan los jugadores que acaben contrato antes de finalizar la temporada, presentar una patología que impida la realización completa de la valoración, presencia de enfermedad o cualquier estado de salud que impida realizar las pruebas en el momento de la recogida de datos.

c. VARIABLES DEL ESTUDIO

PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN DE LAS MEDICIONES

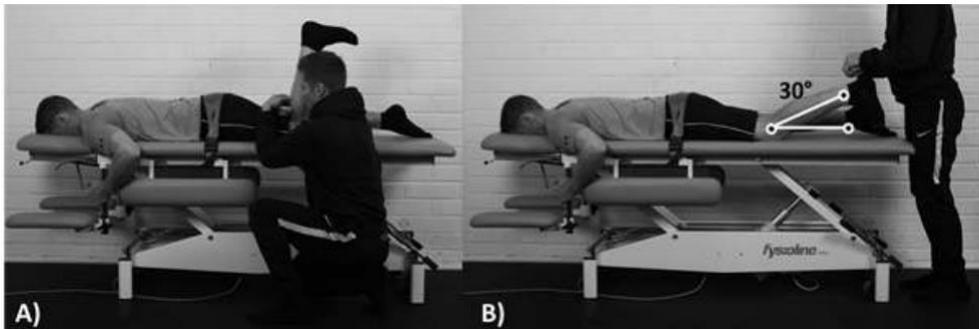
GRUPO ISQUIOSURAL

En primer lugar, la variable de **fuerza** de toda la cadena posterior se mide mediante 2 pruebas. La primera con el sujeto decúbito prono, con la cadera a 0º de extensión y la rodilla a 90º de flexión, colocando el dinamómetro en la parte distal del fémur, y pidiendo una extensión de cadera, así se valora el glúteo mayor (Figura 4).

La segunda prueba consiste en valorar la fuerza de isquiosural a 30º de flexión de rodilla, y con la cadera a 0º grados de extensión, también en decúbito prono y colocando el dinamómetro sobre el calcáneo (Figura 5). En el estudio de Lahti y colaboradores (14) dan por válidas las mediciones cuando el resultado no difiera más de un 5% entre mediciones.

De aquí en adelante, los valores de fuerza en todas las pruebas se establecerán como factor de riesgo cuando la asimetría sea superior al 10% entre piernas como recogen varios artículos analizados en esta revisión sistemática (37) y/o el jugador evaluado se encuentre en el primer cuartil (Q1) del equipo

evaluado, relativizando el valor con el índice de masa corporal (IMC) para poder compararlos, debido a que el déficit de fuerza se considera un factor de riesgo para las lesiones musculares.



- A) Figura 4. Valoración de fuerza de glúteo mayor con dinamómetro (14).
- B) Figura 5. Valoración de fuerza en isquiosurales con dinamómetro (14).

En segundo lugar, la **movilidad** se mide mediante el test conocido como PSLR (Passive Straight Leg Raise por sus siglas en inglés), siendo una prueba con buena fiabilidad, sensibilidad y especificidad (Figura 6) (38). Se le realiza al paciente una flexión de cadera máxima con la rodilla completamente extendida y en flexión dorsal de tobillo sin realizar compensaciones con la columna lumbar ni con la cintura pélvica. Se coloca el inclinómetro digital para medir el ángulo que ha recorrido la pierna desde la camilla hasta la posición final de la prueba. El valor límite para considerar esta medida un factor de riesgo se establece en 90 grados basándose en los resultados de este estudio (39) donde concluyen que un futbolista con un valor por debajo de 90° está expuesto de manera significativa a un mayor riesgo de lesión.

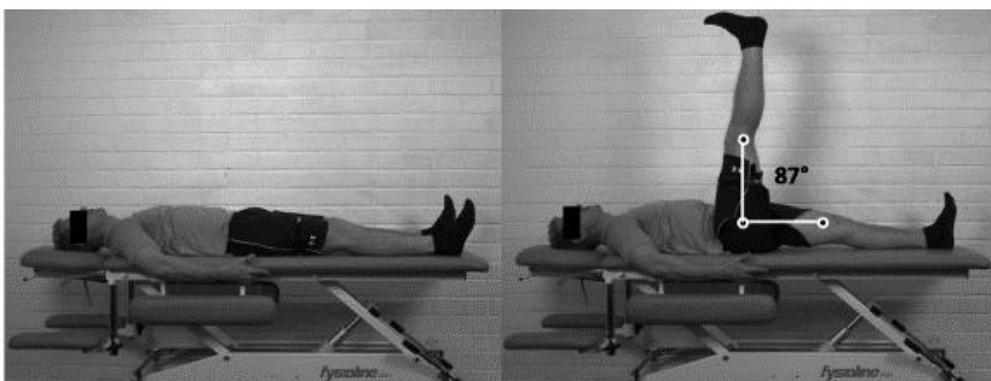


Figura 6. ASLR Test (14).

Asimismo, se usa el Jurdan Test, que evalúa las restricciones de rango de movimiento de los isquiosurales teniendo en cuenta los flexores de cadera opuestos, siendo una interacción que ha mostrado tener un valor potencial en estudios de sprint (40). Esta posición puede ser considerada como una combinación del test de Thomas y el test de extensión activa de rodilla (AKE). El Jurdan Test se realiza con el paciente decúbito supino en la posición del test de Thomas, pidiéndole una máxima extensión activa de rodilla, teniendo la columna lumbar en contacto con la camilla. (Figura 7). El resultado de la prueba es la diferencia entre el ángulo de la espinilla de la pierna que realiza la extensión activa de rodilla con la paralela al suelo y el ángulo que forma el muslo opuesto con la paralela al suelo (Active Knee Extension - Thomas Test). Para considerar esta valor como factor de riesgo se propone que el resultado final sea menor de 79 grados, tomando como referencia el estudio de Lahti y colaboradores (14), donde el valor medio de los jugadores no lesionados fue de 79 grados.

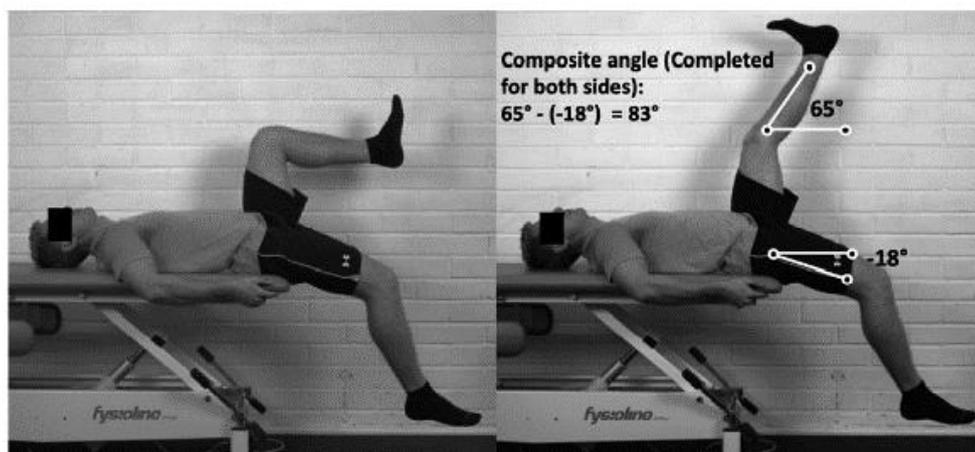


Figura 7. Jurdan Test (14).

GRUPO CUÁDRICEPS

Por un lado, la **movilidad** se objetiva con el Thomas Test modificado. El sujeto se posiciona en bipedestación con la línea glútea tocando el borde de la camilla, se tumba en ella agarrándose una pierna con ambas manos y deja caer la pierna que se está evaluando, de manera relajada. Como se propone en el estudio de Peeler, JD. y colaboradores (41), la prueba será positiva si la rodilla no llega a 90 grados de flexión, medido con el inclinómetro digital (Figura 10). Se considerará factor de riesgo si el ángulo de la rodilla no llega a los 90°.

Por otro lado, la medición de la variable de **fuerza** se toma con el sujeto sentado en el borde de la camilla, con la cadera a 90 grados y una flexión de rodilla de 90 grados, con el dinamómetro en el tercio distal de la tibia (Figura 11) (42). Se vigilan las compensaciones que pueda realizar el sujeto, por ejemplo, trasladar el tronco hacia posterior.

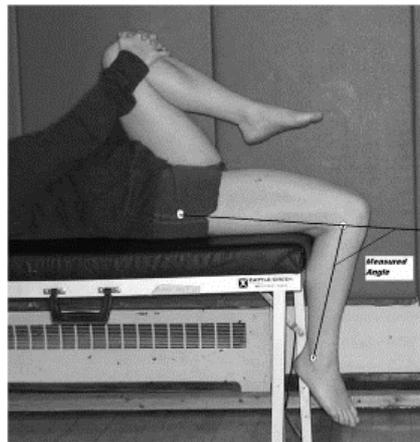


Figura 10. Thomas Test modificado



Figura 11. Dinamometría manual de cuádriceps (42).

GRUPO ADUCTOR

La variable de **fuerza** se mide mediante el *Squeeze Test* a 45 grados de flexión de cadera, ya que se ha visto que es la posición donde mayor fuerza aplica el grupo aductor y más se objetiva la actividad de estos. El sujeto se posiciona en decúbito supino con la cadera y rodillas flexionadas a 45 grados. El evaluador situará el dinamómetro en el cóndilo femoral interno de la pierna a evaluar (Figura 12) (43). Es importante anotar si aparece dolor en la realización de la prueba, mediante la escala EVA, ya que además de la fuerza, el dolor es una característica típica en este test para diferenciar a un sujeto que tenga dolor inguinal (26). Se establece como factor de riesgo si el valor no está dentro del rango propuesto por Mosler y colaboradores (27), de 2.8-4.4 N/Kg.



Figura 12. Squeeze Test a 45º (43).

La **movilidad** se valora con el atleta en sedestación, con flexión de cadera y flexión de rodilla a 90 grados. Se lleva pasivamente la pierna del deportista hacia la rotación interna y externa y se coloca el inclinómetro digital para medir el ángulo de rotación logrado en la maniobra. Las mediciones de las rotaciones se realizan por separado, primero rotación interna y luego externa. En el estudio de Ibrahim y colaboradores (25) vieron que los jugadores que no se lesionaron de aductor, tenían de media, mayor grado de rotación de cadera (53.7º) que los que se lesionaron (44.7º). Por lo que se establece que la suma de rotación interna y externa debe ser inferior a 54º para que se considere que el atleta tiene un factor de riesgo a trabajar. Además, se tiene especialmente en cuenta la cantidad de rotación interna, siendo diferencial en aquellos pacientes que tienen dolor inguinal (26), por lo que también se establece como factor de riesgo si la rotación interna se encuentra fuera del rango propuesto por Mosler y colaboradores (27), entre 24-40 grados de movimiento.

GRUPO LUMBOPÉLVICO

La **estabilidad lumbopélvica** se registra mediante dos test propuestos por el Dr. Igor Setuain y colaboradores en un estudio donde evalúan la aplicabilidad de estas pruebas para detectar cambios tras una intervención con un programa específico de estabilidad lumbopélvica en futbolistas profesionales (44). La primera es el Plancha Prona Test (PPT) (del inglés *prone plank test*), el sujeto adopta la posición de plancha prona y con el dinamómetro de mano en maléolo peroneal, el sujeto ejerce una fuerza en dirección diagonal, realizando una extensión y abducción de cadera, con la rodilla extendida en todo momento, se debe prestar especial atención a las compensaciones de pelvis y tronco, ya que es una prueba de difícil ejecución. Será un factor de riesgo si el valor se encuentra por debajo de 137 Newtons, siendo la media de las medidas tomadas en pretemporada en un equipo de fútbol profesional (21).

La segunda prueba es el Test Cadena Cinética Cerrada (CCT), el sujeto está en bipedestación monopodal y las manos en la cintura, el evaluador coloca el dinamómetro en cóndilo femoral externo de la pierna apoyada y el sujeto debe aplicar fuerza desde la cadera realizando una rotación externa vigilando una posible compensación del pie. Ambas pruebas demostraron una buena fiabilidad test – retest, por lo que son una herramienta válida para llevar a cabo el entrenamiento de la región lumbopélvica de una manera más estandarizada y objetiva (Figura 8 y 9). Se establece como factor de riesgo cuando el valor se encuentra por debajo de 184 Newtons, siendo la media de las medidas tomadas en pretemporada en un equipo de fútbol profesional (21).



A) Figura 8. Prone Plank Test (PPT) (44).

B) Figura 9. Closed Kinetic Chain Test (CCT) (44).

RESUMEN DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS	VARIABLE	UNIDAD	MATERIAL
CORE	Prone Plank Test I/D	N (Newtons)	Dinamómetro manual
	Closed Kinetic Chain I/D	N (Newtons)	Dinamómetro manual
FUERZA	Isquiosural prono 30° I/D	N (Newtons)	Dinamómetro manual
	Glúteo Prono 0/90 I/D	N (Newtons)	Dinamómetro manual
	Cuádriceps 90/90 I/D	N (Newtons)	Dinamómetro manual
	Squeeze 45° I/D	N (Newtons)	Dinamómetro manual
ROM	PSLR I/D	° grados	Inclinómetro digital
	Jurdan Test I/D	° grados	Inclinómetro digital
	Rot. Interna cadera I/D	° grados	Inclinómetro digital
	Rot. Externa cadera I/D	° grados	Inclinómetro digital
	Thomas Test Mod. I/D	° grados / + -	Inclinómetro digital
INCIDENCIA	Incidencia en una temporada	Lesiones/1000 horas	Fórmula de incidencia (Figura 1)

Tabla 1. Variables del estudio

HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN

1. DINAMÓMETRO DE MANO

Más conocido en la evidencia científica por sus siglas en inglés HHD (Handheld dynamometer). El dinamómetro de mano (Micro FET2 HHD; Hoggan Health Industries, Draper, UT, USA) ha demostrado ser una opción válida y fiable para medir la fuerza en extremidades inferiores, particularmente cuando se calcula la media de dos mediciones (42). Por lo tanto, se usa para medir la variable de **fuerza** en los diferentes grupos musculares descritos, así como las pruebas de **estabilidad lumbopélvica**.

2. INCLINÓMETRO DIGITAL

Se usa esta herramienta para valorar la **movilidad** en las pruebas descritas a lo largo del protocolo. El HALO© DG (modelo HG1, HALO Medical Devices, Sydney, Australia) es una herramienta de evaluación digital del rango de movimiento que emplea un sistema de inclinómetro guiado por láser en lugar de los brazos tradicionales de un goniómetro de plástico. En el estudio de Hancock (45) donde comparaban diversos dispositivos para medir el balance articular de rodilla, el HALO fue el más fiable y sensible para detectar cambios en la angulación (mínimo 6 grados para detectar un cambio).

FECHAS DE VALORACIÓN

La intervención se realiza 3 veces en la temporada. La primera toma de datos es en pretemporada en el mes de Julio, previa al inicio de los entrenamientos. La segunda a los 5 meses, en el periodo de descanso invernal. Y la última valoración a final de temporada, justo después de acabar la competición regular. Las valoraciones distan de 5 meses, en total la intervención tiene una duración de 10 meses.

d. PROCEDIMIENTO

El protocolo se realiza en el gimnasio del equipo, con dos camillas, 2 dinamómetros manuales (Micro FET12 HHD; Hoggan Health Industries, Draper, UT, USA), 1 inclinómetro digital HALO© DG (*modelo* HG1, HALO Medical Devices, Sydney, Australia), 3 ordenadores con el programa Excel de Microsoft Office, 3 evaluadores y 3 asistentes. Para la recogida de datos se divide al equipo en 5 grupos de 4 personas y el último grupo de 5 personas, en total 25 jugadores. Cada grupo está citado con una diferencia de 45 minutos.

e. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Cada intervención tiene una duración total de aproximadamente 45 minutos. Se organiza la intervención en 3 postas claras, la de CORE, la de fuerza y la de rango de movimiento, donde hay un evaluador y un asistente por cada una de ellas para apuntar las mediciones en la plantilla de Excel (Anexo II). En todas las pruebas que se realicen con el dinamómetro manual, se le pide al atleta que ejerza la máxima fuerza voluntaria de manera progresiva durante 5 segundos. A continuación, se explica en detalle cada posta:

CORE

Se realizan las pruebas descritas por Igor y colaboradores (22); Prone Plank Test y Closed Kinetic Chain Test. Cada una de ellas se realizan de manera bilateral, cogiendo 2 muestras que no difieran más de un 5% hasta un máximo de 5 muestras, de ahí se calcula la media y se obtiene el valor final de la prueba. Si ninguna de las 5 muestras entra dentro del 5% de diferencia, el resultado de la prueba será no valorable, y se marcará como factor de riesgo a trabajar. En total son 8 mediciones, pero finalmente se analizan 4, una por prueba y por pierna. El asistente es el encargado de apuntar las mediciones en la plantilla de Excel.

FUERZA

Se comienza la prueba con el paciente decúbito prono en la camilla, primero se valora glúteo 0/90 y después se realiza la valoración de isquiosurales a 30 grados. Seguidamente, el sujeto se coloca decúbito supino para realizar el Squeeze Test a 45 grados y finalmente en sedestación para realizar la dinamometría de cuádriceps 90/90. En cada prueba se cogen 2 mediciones de manera bilateral que no deberán diferir entre ellas más de un 5% (mismo criterio que en la medición de estabilidad lumbopélvica), y finalmente se registra la media de esas dos, como propone Lahti y colaboradores (14). El asistente es el encargado de apuntar las mediciones en la plantilla de Excel.

RANGO DE MOVIMIENTO

En esta posta, las mediciones se realizan sobre la camilla y el orden es: PSLR, Jurdan Test, Rotación interna de cadera, Rotación externa de cadera y Thomas Test modificado. Se coge una medición de cada prueba de manera bilateral y es el resultado final. El asistente es el encargado de apuntar las mediciones en la plantilla de Excel.

Tras la realización del protocolo, se analizan los resultados obtenidos mediante la plantilla de Excel y se marcan los factores de riesgo detectados de manera individual. A partir de aquí, se elabora el programa preventivo a cada uno de los jugadores en base a sus factores de riesgo detectados mediante los ejercicios explicados a continuación. A final de temporada, se calcula la incidencia de lesiones por cada 1000 horas mediante la fórmula usada anteriormente por López-Valenciano y colaboradores (6).

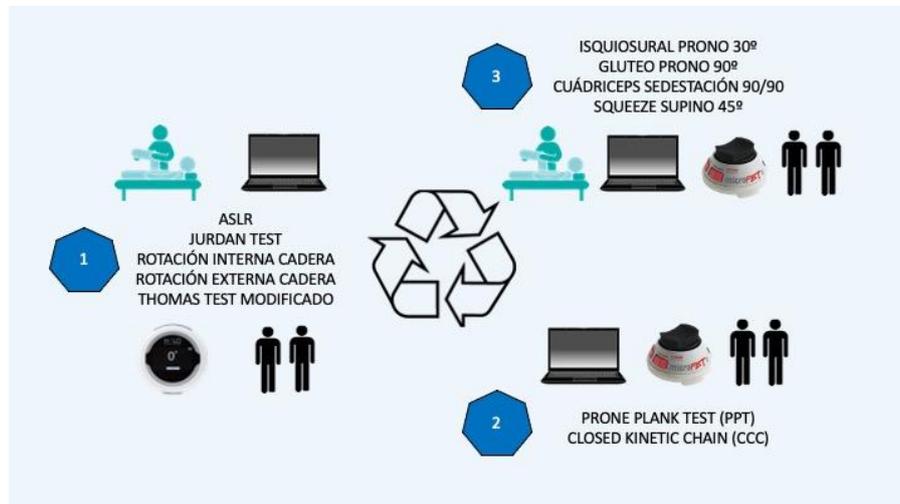


Figura 13. Esquema del protocolo de valoración musculoesquelética. Elaboración propia.

f. PROPUESTAS DE PROGRAMA PREVENTIVO INDIVIDUAL

El programa preventivo individual está enfocado hacia la normalización de los déficits detectados en el protocolo de *screening*, que simbolizan algunos de los factores de riesgo de las lesiones recogidas en este trabajo. Se han dividido en ejercicios de fuerza analíticos, ejercicios de fortalecimiento de la zona abdomino-lumbopélvica (CORE) y ejercicios de movilidad, cada uno de ellos con sus parámetros y frecuencias de aplicación. Este programa se realizará entre valoraciones, por lo que se estima que tiene una duración aproximada de 18-20 semanas.

Se recuerda que este programa preventivo individual está basado en función de los factores de riesgo detectados en la valoración musculoesquelética descrita anteriormente. Cada grupo muscular tiene unos ejercicios de fuerza y movilidad, que deberán ejecutarse en función del déficit observado. Por ejemplo, se detecta como factor de riesgo la fuerza en “Squeeze Test”, se deben realizar los ejercicios de fuerza marcados para el grupo muscular aductor. Otro ejemplo sería, tener déficit de ROM en Thomas Test modificado, se debe realizar el trabajo de movilidad del grupo cuádriceps.

Aunque ya descritos con anterioridad, se recuerdan en la siguiente tabla los rangos de cada variable para considerarla como factor de riesgo:

RESUMEN DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS	VARIABLE	FACTOR DE RIESGO	CLUSTER TRABAJO DE PREVENCIÓN
CORE	Prone Plank Test	Por debajo de 137 Newtons	CORE STABILITY
	Closed Kinetic Chain	Por debajo de 184 Newtons	CORE STABILITY
FUERZA	Isquiosural prono 30º	Asimetría entre piernas >10% y/o Atleta en Q1	GRUPO ISQUIOSURAL - FUERZA
	Glúteo Prono 0/90	Asimetría entre piernas >10% y/o Atleta en Q1	GRUPO ISQUIOSURAL - FUERZA
	Cuádriceps 90/90	Asimetría entre piernas >10% y/o Atleta en Q1	GRUPO CUÁDRICEPS - FUERZA
	Squeeze 45º	Fuera del rango 2.8-4.4 N/Kg	GRUPO ADUCTOR - FUERZA
ROM	PSLR	Menor a 90 grados	GRUPO ISQUIOSURAL - MOVILIDAD
	Jurdan Test	Resultado final menor a 79 grados	GRUPO ISQUIOSURAL - MOVILIDAD
	Rot. Interna cadera	Fuera del rango de 24-40 grados y/o Suma de RI+RE inferior a 54 grados	GRUPO ADUCTOR - MOVILIDAD
	Rot. Externa cadera	Suma de RI+RE inferior a 54 grados	GRUPO ADUCTOR - MOVILIDAD
	Thomas Test Mod.	Ángulo de rodilla por debajo de 90º	GRUPO CUÁDRICEPS - MOVILIDAD

Tabla 2. Variables del estudio y sus factores de riesgo

PLAN PREVENTIVO ENFOCADO A ISQUIOSURALES

Se ha demostrado que el trabajo excéntrico de isquiosurales puede prevenir lesiones de esta musculatura en futbolistas masculinos profesionales (47). Un ejercicio clásico es el Nordic Hamstring, estudiado en un gran número de ocasiones donde se concluye que promueve adaptaciones positivas en la arquitectura muscular y la fuerza de los isquiosurales. No obstante, una limitación de la aplicación del trabajo excéntrico es el dolor muscular de origen tardío (*DOMS*, por sus siglas en inglés). Sin embargo, esta revisión concluye que una reducción del volumen total en la aplicación de este ejercicio no tiene un efecto negativo en las ganancias en fuerza y longitud óptima (48). Es por esto por lo que parece una estrategia interesante disminuir el volumen de trabajo e ir aumentando la intensidad. Una manera simple sería aumentar el ROM del ejercicio retrasando la llegada del *breakpoint angle*, punto donde la musculatura no puede soportar la carga externa y el sujeto cae.

1. NORDIC HAMSTRING

Atleta de rodillas con la cadera a 0 grados de flexión, mientras un compañero le sujeta a nivel de los tobillos. Poco a poco irá dejándose caer sin perder la alineación del tronco con el fémur, manteniendo la posición inicial hasta que los isquiosurales no sean capaces de frenar el tronco, este punto es conocido como *breakpoint angle* o ángulo de punto de ruptura. Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 2 series de 6 repeticiones, con una frecuencia semanal de dos días y con una intensidad entre el 80-120% RM, debido al componente excéntrico del ejercicio.



Figura 14. Nordic hamstring

2. SINGLE LEG BRIDGE

Este ejercicio ha demostrado una muy alta activación del bíceps femoral respecto a la máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC, por sus siglas en inglés), alrededor del 80% de esta (49). El atleta se posiciona en decúbito supino, con flexión de rodillas y pies apoyados completamente en el suelo. A partir de aquí, ejerce fuerza con una sola pierna contra el suelo para levantar la cadera y el tronco, mientras la otra pierna queda suspendida en el aire. Como progresión, se puede realizar una contracción excéntrica de los isquiosurales si añadimos un slider sobre la pierna apoyada y controlamos el descenso de esta. Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 3 series de 10 repeticiones, con una frecuencia semanal de dos días y con una intensidad por encima del 70% del RM tal y como indica la ACSM para adultos sanos (American College of Sports Medicine)(50).



Figura 15. Single leg bridge

Además, para el trabajo de glúteos, en esta revisión se evaluó la activación del glúteo mayor durante diferentes ejercicios, por lo que se han seleccionado dos ejercicios entre el 60 y 80% de la máxima contracción voluntaria isométrica (activación de muy alto nivel), el *forward step-up* y *single-limb squat* (51). Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 3 series de 10 repeticiones, con una frecuencia semanal de dos días y con una intensidad por encima del 70% del RM tal y como indica la ACSM para adultos sanos (American College of Sports Medicine)(50).

3. FORWARD STEP-UP

Con una activación cercana al 80% MCVI, este ejercicio trata de realizar una subida a un cajón, como si de una escalera se tratara. Sujeto se posiciona frente al cajón, y realiza una subida a este flexionando la cadera y la rodilla para apoyar en la superficie del cajón, para posteriormente levantar todo su cuerpo y subirse al cajón de manera completa.

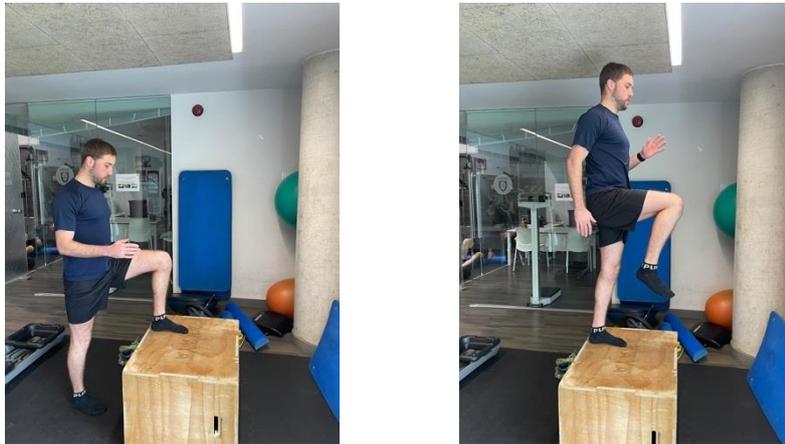


Figura 16. Forward step-up

4. SINGLE-LIMB SQUAT (SLS)

Este ejercicio ofrece una activación cercana al 60% MCVI. Con el sujeto en bipedestación y en apoyo monopodal, se realiza una sentadilla a cajón, pero sin sentarse en él, únicamente como referencia de rango de movimiento. Cuando el sujeto nota el cajón, se debe subir de manera rápida hasta llegar a la posición inicial.



Figura 17. Single limb squat (SLS)

1. AKE EXERCISE ASISTIDO CON FITBALL

Ejercicio para aumentar movilidad en la extensión activa de rodilla cuando la cadera esta flexionada, momento crítico en la rotura de la musculatura isquiosural ya que origen e inserción de esta musculatura se alejan en esos dos movimientos biarticulares. Sujeto en decúbito supino y con la cadera flexionada a 90 grados, se apoya el talón en un fitball sobre la pared, y se realizan extensiones activas de la rodilla manteniendo la columna lumbar neutra y la cadera en flexión de 90 grados. Este trabajo de movilidad se incluye en la parte de activación previa al inicio de cada sesión, por lo que se realiza de manera diaria, 3 series de 20 repeticiones por pierna.

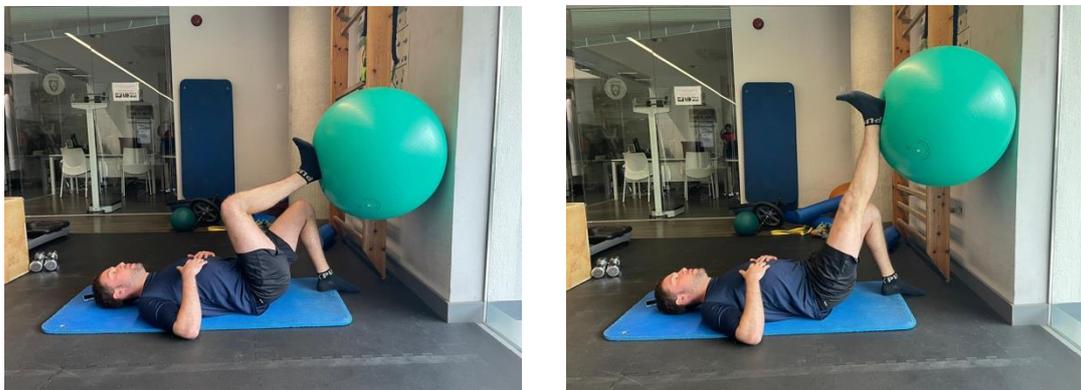


Figura 18. AKE Exercise VS Fitball

PLAN PREVENTIVO ENFOCADO A RECTO FEMORAL

Se proponen dos ejercicios de trabajo de fuerza para el recto femoral, el primero de ellos enfocado a la flexión de cadera y el segundo de ellos al aumento de la longitud óptima de tensión del vientre muscular.

1. FLEXIÓN CADERA CON GOMA ELÁSTICA

Se ha demostrado que la realización de este ejercicio 3 días por semana durante 6 semanas, es suficiente para aumentar la fuerza flexora de cadera de media un 17% (52). Con el sujeto en apoyo monopodal y una silla delante para estabilizarse (en el caso que sea necesario), se coloca una goma elástica por encima de la rodilla en la pierna libre con la sujeción fija posterior al sujeto (se tensa cuando se lleva la pierna hacia anterior). Desde esta posición, se realiza una extensión de cadera y seguidamente se realiza una contracción concéntrica de los flexores de cadera, flexionando también la rodilla al final del movimiento. Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 3 series de 10 repeticiones, con una frecuencia semanal de dos días y con una intensidad por encima del 70% del RM tal y como indica la ACSM para adultos sanos (American College of Sports Medicine)(50).



Figura 19. Flexión de cadera VS Goma elástica

2. OVER-HEAD MEDICINE BALL REVERSE LUNGE

El sujeto en posición de Split, con la pierna anterior subida a un step de 20 cm y la posterior sobre un *slider*. Con las manos estará aguantando un balón medicinal por encima de la cabeza. Se trata de realizar un lunge inverso, deslizando la pierna posterior hacia atrás, produciendo una contracción excéntrica del recto femoral. Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 2 series de 6 repeticiones, con una frecuencia semanal de dos días y con una intensidad entre el 80-120% RM, debido al componente excéntrico del ejercicio.

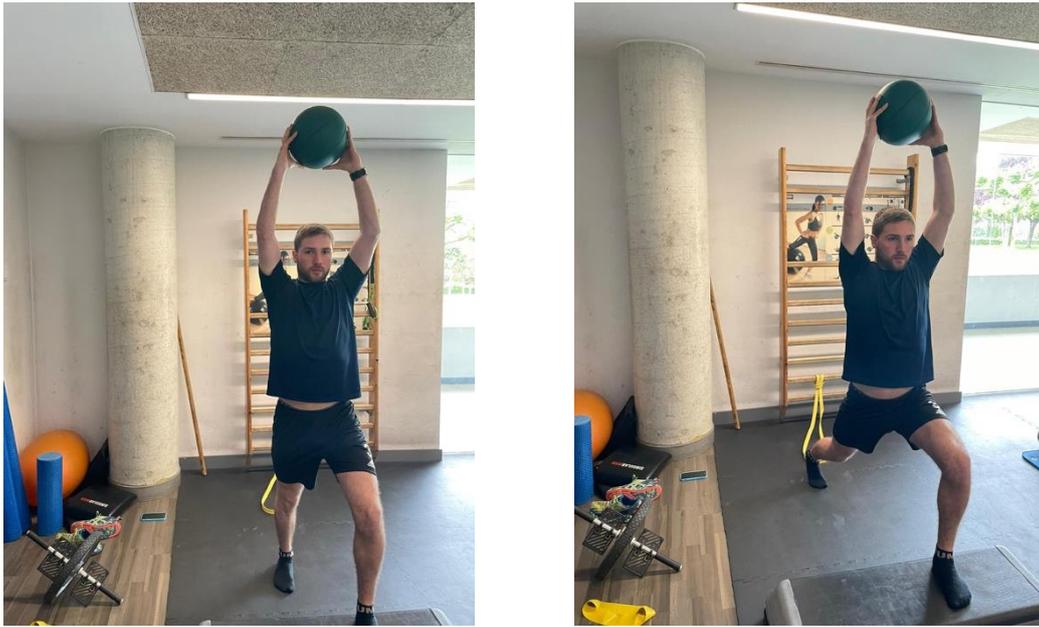


Figura 20. OH Medicine Ball Reverse Lunge

3. THOMAS EXERCISE

Este ejercicio se realiza en la posición de caballero, para dar movilidad al movimiento de extensión de cadera. Desde la posición inicial, con las manos apuntando al cielo, llevaremos la pelvis hacia anterior y posterior manteniendo el tronco erguido. Este trabajo de movilidad se incluye en la parte de activación previa al inicio de cada sesión, por lo que se realiza de manera diaria, 3 series de 20 repeticiones por pierna.

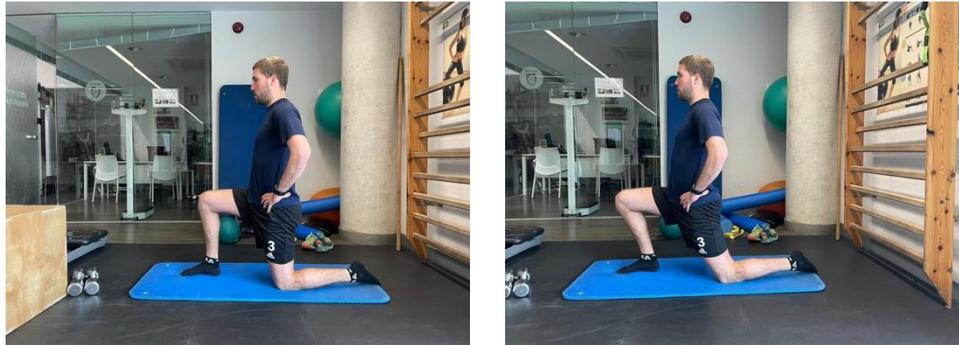


Figura 21. Thomas exercise

4. MODIFIED THOMAS EXERCISE

Misma posición y movimiento que el anterior, pero la punta del pie posterior se apoya en un cajón de unos 10-20 centímetros. De este modo incidiremos en el recto femoral, dándole mayor extensibilidad en la flexión de rodilla. Este trabajo de movilidad se incluye en la parte de activación previa al inicio de cada sesión, por lo que se realiza de manera diaria, 3 series de 20 repeticiones por pierna.

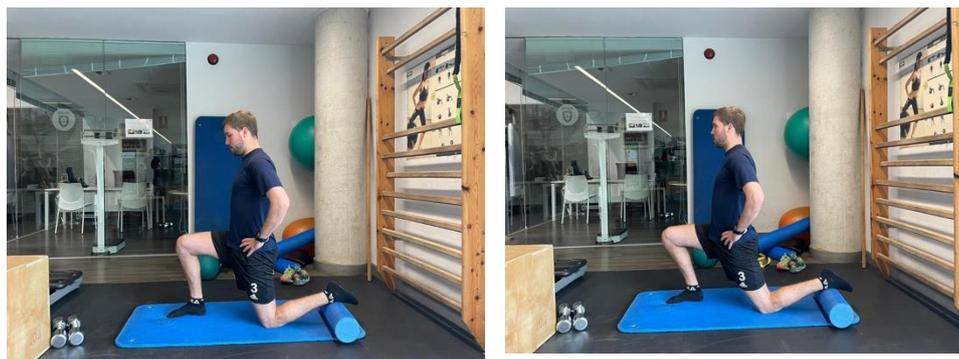


Figura 22. Modified Thomas exercise

PLAN PREVENTIVO ENFOCADO A **ADUCTORES**

El ejercicio por excelencia es el Copenhagen Adductor Exercise (CAE), ya que ha demostrado aumentar los niveles de fuerza excéntrica del grupo aductor, además de llegar a un pico de electromiografía (EMG) de 108% en el aductor largo de la pierna dominante (53).

1. COPENHAGEN ADDUCTOR EXERCISE (CAE)

Sujeto decúbito lateral, con el antebrazo apoyado en el suelo a la altura del hombro y perpendicular al tronco. Extremidades inferiores extendidas y en línea con el eje axial del cuerpo. Un compañero colocará su mano distal a nivel de los maléolos y la proximal en la rodilla de la pierna superior, donde realizará una tracción para levantar el cuerpo del sujeto y quedar solamente con del antebrazo como único punto de apoyo. Desde esta posición, el practicante descenderá la pelvis en el plano frontal, realizando una contracción excéntrica del aductor de la pierna superior. Se coge como referencia el estudio realizado por Haroy y colaboradores (54), donde establecen como parámetros de entrenamiento 1 serie por pierna, progresando de 3-5 repeticiones hasta 12-15 repeticiones, con una frecuencia semanal de 3 días.



Figura 23. Copenhagen adductor exercise (CAE)

2. ADDUCTOR LATERAL SLIDE

Sujeto en bipedestación con manos en cintura pélvica y la pierna a trabajar sobre un slider. Desde esta posición, realizamos una abducción en el plano frontal ejerciendo fuerza contra el suelo, deslizando el slider lo más lejos posible. La otra pierna se queda fija realizando una flexión de rodilla para aumentar el ROM del ejercicio (55). Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 2 series de 6 repeticiones, con una frecuencia semanal de dos días y con una intensidad entre el 80-120% RM, debido al componente excéntrico del ejercicio.



Figura 24. Adductor lateral slide

1. MOVILIDAD ROTACIONAL DE CADERA

Este ejercicio va enfocado a aumentar la movilidad de las rotaciones internas y externas de cadera. Sujeto en sedestación con las plantas de los pies apoyadas en el suelo. Desde esta posición se realiza una rotación externa de cadera con una pierna y al mismo tiempo una interna con la contralateral. Además, se realiza una extensión de cadera para acabar solamente apoyado con las rodillas en el suelo. Este trabajo de movilidad se incluye en la parte de activación previa al inicio de cada sesión, por lo que se realiza de manera diaria, 3 series de 20 repeticiones por pierna.

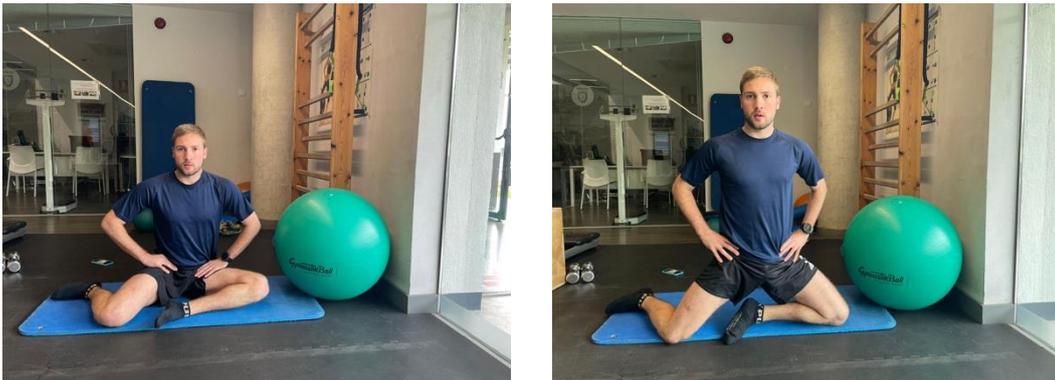


Figura 25. Movilidad rotacional de cadera

PLAN PREVENTIVO ENFOCADO A CORE STABILITY

En esta revisión sistemática se recogieron diversos ejercicios para ver la activación EMG en seis músculos que pertenecen al conjunto del CORE (56). En este trabajo, se extraen de la revisión 2 ejercicios de anti-extensión y anti-inclinación lateral, además de añadir uno de anti-rotación.

1. PRONE PLANK – FRONT PLANK

Se ha visto que la plancha en prono es el ejercicio de estabilidad del CORE que mayor porcentaje de MCVI se recluta en el recto abdominal (56). Además, si se realiza una retroversión pélvica y una retracción escapular aumentamos más la activación, tanto del recto abdominal como la demás musculatura que envuelve a la faja abdominal (oblicuos interno y externo, erectores espinales) (57). El sujeto se posiciona en decúbito prono, con el húmero perpendicular al suelo a la altura de los hombros, y las piernas extendidas. Con esos 4 apoyos debe levantar su cuerpo, manteniendo la pelvis neutra y una buena alineación del tronco. Si se quiere una mayor activación, se puede realizar una retroversión pélvica y una retracción escapular. Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 3 series de 8 repeticiones, manteniendo una contracción isométrica de 10 segundos, con una frecuencia semanal de dos días, con el propio peso corporal.



Figura 26. Prone Plank

2. SIDE LYING

También este ejercicio ha demostrado reclutar un alto porcentaje de la MCVI en el recto abdominal dentro de los ejercicios específicos de estabilidad del CORE (56). Se ha demostrado que realizar una espiración forzada durante una plancha lateral aumenta la activación del recto anterior y oblicuos internos y externos (58). El sujeto se posiciona decúbito lateral, el fémur alineado con el tronco con las piernas extendidas y el antebrazo inferior apoyado a la altura del hombro, de manera perpendicular al tronco. Desde esta posición se realiza un ascenso de la pelvis en el plano frontal, se indica la contracción de glúteo en todo momento para no perder ese plano. Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 3 series de 8 repeticiones, manteniendo una contracción isométrica de 10 segundos, con una frecuencia semanal de dos días, con el propio peso corporal.



Figura 27. Side lying

3. PRONE PLANK CON MANCUERNA

Este ejercicio se ha extraído del libro de Michael Boyle titulado; El entrenamiento funcional aplicado a los deportes (55). Es similar a la plancha prona, pero con un componente de anti-rotación. Sujeto se posiciona con las palmas de las manos apoyadas en mancuernas en el suelo, a la altura de los hombros y un poco por delante, además de apoyar las puntas de los pies en el suelo. Desde esta posición, se busca una columna lumbar neutra y que el tronco y las piernas estén alineados. Una vez conseguida la posición, se realizará un remo con una mano. Se debe estabilizar el tronco en todo momento y no perder la alineación. Se establecen como parámetros de entrenamiento el realizar 3 series de 8 repeticiones, manteniendo una contracción isométrica de 10 segundos, con una frecuencia semanal de dos días, con una mancuerna que suponga al atleta un trabajo por encima de 30% de RM.

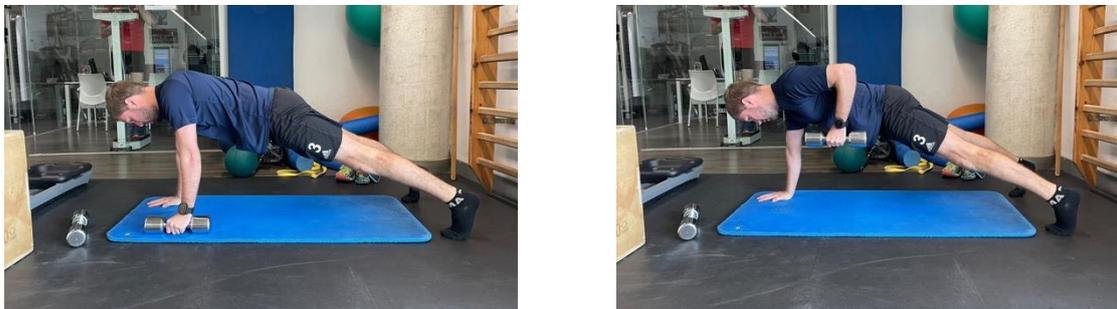


Figura 28. Prone Plank VS Mancuerna

FOAM ROLLER – TRABAJO COMÚN PARA TODOS

Existe literatura que apoya el uso del foam roller para aumentar el ROM, aunque los parámetros de aplicación todavía no están claros. En esta revisión, parece que el uso del foam roller es una intervención efectiva para el aumento del rango de movimiento (59). En este caso, se propone pasar el foam roller por isquiosurales, cuádriceps y aductores. Se han estudiado muchos protocolos de movilidad y flexibilidad estática y dinámica, además de otras metodologías para aumentar ROM, como puede ser el Foam Roller o la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

En cuanto al Foam Roller, se realizan 2 series con pasadas repetidas durante 30 segundos por grupo muscular, como indican en esta revisión (59). Este trabajo se propone para todos los atletas al finalizar su trabajo preventivo individual (60).



Figura 29. Foam Roller

g. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizará un análisis descriptivo de la muestra. Para la determinar si los datos siguen una distribución normal se realizará la prueba de Shapiro-Wilk por ser menos de 50 participantes. En el caso que la muestra siga una distribución normal se describirá cada una de las variables con media, desviación estándar, o mediana y rangos Inter cuartiles para una muestra sin distribución normal. Además, en ambos casos, también se describirán los valores máximos y mínimos, así como el índice de asimetría entre piernas (Limb Symmetry test, del término inglés) y se organizarán los datos en cuartiles para clasificar a los jugadores para cada variable.

Para la comparación de los resultados entre inicio, mitad y final de temporada se realizará el test de t-student para muestras relacionadas en el caso de una distribución normal o un Test de Wilcoxon para una muestra relacionada con distribución no normalizada.

El proceso estadístico se desarrollará en todo momento con el programa IBM SPSS v.22 con un nivel de significación fijado en 0.05.

h. CONSIDERACIONES ÉTICAS

A. EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN POR PARTE DEL COMITÉ DE ÉTICA

El presente estudio, así como los documentos de información al participante y de consentimiento informado (Anexo I), serán enviados para su aprobación al Comité de Ética de la Escuela Superior de Ciencias de la Salud de TecnoCampus, para garantizar el cumplimiento de los aspectos éticos de la investigación.

B. HOJA DE INFORMACIÓN A LOS PARTICIPANTES Y ENTIDAD Y EL DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Todos los participantes del estudio serán informados por el investigador principal, de forma escrita, mediante la hoja de información al participante, la cual estará disponible en castellano. En caso de que el sujeto acepte participar en el presente estudio, se procederá a la firma del consentimiento informado, el cual también estará disponible en castellano.

Además, el club también será informado por el investigador principal, de forma oral y escrita, mediante la hoja de información al club (Anexo II), la cual estará disponible en castellano. En caso de que el club autorice el presente estudio, se procederá a la firma de la autorización, la cual también estará disponible en castellano.

C. PRINCIPIOS ÉTICOS Y CÓDIGO DEONTOLÓGICO

Durante el desarrollo del presente proyecto se respetarán en todo momento los principios éticos de la declaración de Helsinki (WMA, 2013), permitiendo que en cualquier momento los participantes puedan abandonar voluntariamente el estudio de forma libre, sin que eso suponga ningún perjuicio o cambio en el tratamiento habitualmente recibido, además de que se respetará el código deontológico de la Profesión de Fisioterapia.

D. PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

En el presente estudio se mantendrá la confidencialidad de los datos personales de los participantes, de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD). Todos los datos recogidos serán seudonimizados.

Todos los datos personales y archivos utilizados serán almacenados en la carpeta de Google Drive del investigador principal con usuario de TecnoCampus, a la que únicamente tendrá acceso el estudiante de TFG. En caso de que un participante del estudio solicitara el ejercicio de los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, se facilita el correo electrónico de contacto del investigador; asesma@edu.tecnocampus.cat.

Finalmente, al ser datos de individuos que pertenecen a una entidad y en un sector donde existe mucha competitividad, los datos serán calificados como secreto empresarial de acuerdo con la Ley 1/2019, de 20 de febrero, de secretos empresariales y la Ley 3/1991, de 10 de enero, de competencia desleal, y preceptos del Código Penal.

6. CRONOGRAMA

	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio									
ETAPAS DEL PROYECTO	SEMANAS																													
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS																														
Revisión bibliográfica																														
Redacción del marco teórico y antecedentes																														
Redacción de la justificación, hipótesis y objetivos																														
METODOLOGÍA																														
Diseño del estudio, participantes y procedimientos																														
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES																														
REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO																														
DIFUSIÓN DEL TRABAJO/DEFENSA																														

Tabla 3. Cronograma del trabajo

7. PRESUPUESTO

El listado de materiales propuesto es vital para la realización del protocolo ya que son las herramientas de medición para cada una de las variables. Se han incluido en el presupuesto los ordenadores para la recogida de datos, aunque se podría realizar con el ordenador personal de cada evaluador. Además, se han presupuestado dos camillas para la realización de las pruebas, aunque lo normal es disponer de ellas en las instalaciones deportivas del club. El total de este presupuesto es de 4086,17€.

MATERIAL	UNIDADES	PRECIO UNIDAD (€)	PAGINA WEB	TOTAL (€)
Micro FET2	2	1098,99	https://www.fysiosupplies.es/microfet-2-wireless	2197,98
HALO HG1	1	211,20	https://a.co/d/4WRjrMS	211,20
Lenovo Ideapad 3	3	499	https://www.mediamarkt.es/es/product/_portatil-lenovo-ideapad-3-14itl6-14-full-hd-intel-coretm-i5-1135g7-8gb-ram-512gb-ssd-iris-xe-graphics-windows-11-home-1531348.html	1497
Camilla Básica	2	89,99	https://www.quirumed.com/es/camilla-plegable-de-madera-basic-180-x-60-cm.html	179,98

Tabla 4. Presupuesto del protocolo

8. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

Este documento es un proyecto de investigación que pretende ser aplicado en el ámbito profesional del fútbol. Debido a la naturaleza de estos antecedentes, existen limitaciones inherentes que no se pueden abordar de antemano. En primer lugar, la muestra es solamente de 25 jugadores del mismo equipo, por lo que estos datos no representen a toda la población objetivo. En segundo lugar, es necesario ajustar de forma flexible la fecha de valoración previa consulta con el cuerpo técnico del equipo, porque dependerá del calendario de partidos y del microciclo aplicado. Además, se corre el riesgo de no poder realizar las dos últimas valoraciones por la presión y la presión de la 'burbuja' creada dentro del equipo para cumplir los objetivos de rendimiento de la temporada. En tercer lugar, es posible que algunos participantes no puedan completar la evaluación debido a posibles lesiones o molestias durante el estudio. Finalmente, cuando se trabaja con jugadores profesionales, siempre se debe respetar la voluntad de cada jugador de participar en las pruebas; por lo tanto, es posible que algunas variables no se evalúen para un jugador en particular. Por último, algunas de las pruebas ejecutadas en la valoración no disponen de valores normativos para la población estudiada o no se han detectado aún rangos para establecer factores de riesgo, por lo que se han establecido referencias que tienen cierto apoyo científico, como las asimetrías o el déficit de fuerza entre jugadores. En el caso del Jurdan Test, es una valoración reciente que no dispone aún de valores normativos en futbolistas masculinos profesionales, se ha decidido aplicar esta prueba para dar aportar nuestro grano de arena y dar más luz a la comunidad científica sobre esta prueba para seguir investigando.

En cuanto a las perspectivas de futuro, los resultados de este trabajo serán relevantes a la hora de disponer de datos orientativos de cada una de las variables para futuras investigaciones en el ámbito del fútbol profesional masculino. Asimismo, se podrá evaluar si la implementación de un plan preventivo individual basado en los factores de riesgo detectados para las lesiones más prevalentes en el fútbol es eficaz para reducir la incidencia de lesión en un equipo profesional. Si es así, se estará potenciando el rendimiento deportivo tanto del jugador como del club. Además, será interesante realizar la misma intervención a otros equipos, aumentando el tamaño de la muestra y obtener así datos más representativos de la población objetivo. Por último, como futuras líneas de investigación será interesante la implementación de la inteligencia artificial (IA) para aplicar de manera más precisa los protocolos y los planes de prevención individual. A medida que se recopilen datos se podrá desarrollar un algoritmo que pueda estimar el riesgo de lesión de manera más precisa y sugerir pautas de entrenamiento y/o rehabilitación individualizadas para cada jugador. Además, puede ser interesante relacionar el perfil individual del jugador extraído de este protocolo con el perfil de carga externa de ese mismo individuo y así disponer de una visión más holística del atleta.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ekstrand J, Bengtsson H, Waldén M, Davison M, Khan KM, Hägglund M. Hamstring injury rates have increased during recent seasons and now constitute 24% of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22. *Br J Sports Med* [Internet]. 2022 Dec 6 [cited 2023 Jan 30];0:1–7. Available from: <https://bjsm.bmj.com/content/early/2022/11/15/bjsports-2021-105407>
2. Eirale C, Tol JL, Farooq A, Smiley F, Chalabi H. Low injury rate strongly correlates with team success in Qatari professional football. *Br J Sports Med*. 2013 Aug;47(12):807–8.
3. Ekstrand J. Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. *Br J Sports Med*. 2013 Aug;47(12):723–4.
4. Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*. 2013 Aug;47(12):738–42.
5. Ekstrand J. Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. *Br J Sports Med* [Internet]. 2013 Aug [cited 2023 Jan 30];47(12):723–4. Available from: https://www.researchgate.net/publication/275492241_Keeping_your_top_players_on_the_pitch_The_key_to_football_medicine_at_a_professional_level
6. López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, Garcia-Gómez A, Vera-Garcia FJ, de Ste Croix M, Myer GD, et al. Epidemiology of injuries in professional football: A systematic review and meta-analysis. Vol. 54, *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group; 2020. p. 711–8.
7. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: The UEFA injury study. *American Journal of Sports Medicine*. 2013;41(2):327–35.
8. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br J Sports Med*. 2011 Jun;45(7):553–8.

9. Stubbe JH, van Beijsterveldt AMMC, van der Knaap S, Stege J, Verhagen EA, van Mechelen W, et al. Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *J Athl Train* [Internet]. 2015 Feb 1 [cited 2023 Jan 30];50(2):211–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25531144/>
10. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *American Journal of Sports Medicine*. 2011 Jun;39(6):1226–32.
11. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med* [Internet]. 2004 Feb 1 [cited 2023 Jan 30];38(1):36–41. Available from: <https://bjsm.bmj.com/content/38/1/36>
12. Bahr R. Why screening tests to predict injury do not work-and probably never will...: a critical review. *Br J Sports Med* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2023 Feb 1];50(13):776–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27095747/>
13. Thorborg K, Serner A, Petersen J, Moller Madsen T, Magnusson P, Hölmich P. Hip adduction and abduction strength profiles in elite soccer players: implications for clinical evaluation of hip adductor muscle recovery after injury. *Am J Sports Med* [Internet]. 2011 Jan [cited 2023 Feb 7];39(1):121–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20929931/>
14. Lahti J, Mendiguchia J, Edouard P, Morin JB. A novel multifactorial hamstring screening protocol: association with hamstring muscle injuries in professional football (soccer) - a prospective cohort study. *Biol Sport* [Internet]. 2022 [cited 2023 Feb 1];39(4):1021–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36247956/>
15. Askling CM, Nilsson J, Thorstensson A. A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2010 Dec;18(12):1798–803.
16. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries--a methodological approach. *Br J Sports Med* [Internet]. 2003 Oct [cited 2023 Feb 14];37(5):384–92. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14514527/>

17. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: Are we heading in the right direction? Vol. 46, British Journal of Sports Medicine. 2012. p. 81–5.
18. TaTlıcıođlu E, aTalađ O, kirmizigil Be, KurT Ce, ferıT aCar M. Side-to-side asymmetry in lower limb strength and hamstring-quadriceps strength ratio among collegiate American football players.
19. Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997–2000. Br J Sports Med [Internet]. 2002 Feb 1 [cited 2023 Feb 14];36(1):39–44. Available from: <https://bjsm.bmj.com/content/36/1/39>
20. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Idoate F, Myer GD. Rectus femoris muscle injuries in football: A clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. Vol. 47, British Journal of Sports Medicine. 2013. p. 359–66.
21. Orchard JW. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. Am J Sports Med [Internet]. 2001 [cited 2023 Feb 14];29(3):300–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11394599/>
22. Visser JJ, Hoogkamer JE, Bobbert MF, Huijing PA. Length and moment arm of human leg muscles as a function of knee and hip-joint angles. Eur J Appl Physiol Occup Physiol [Internet]. 1990 Dec [cited 2023 Apr 17];61(5–6):453–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2079066/>
23. Weir A, Brukner P, Delahunt E, Ekstrand J, Griffin D, Khan KM, et al. Doha agreement meeting on terminology and definitions in groin pain in athletes. Br J Sports Med [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2023 Feb 14];49(12):768–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26031643/>
24. Moreno-Pérez V, Travassos B, Calado A, Gonzalo-Skok O, Del Coso J, Mendez-Villanueva A. Adductor squeeze test and groin injuries in elite football players: A prospective study. Phys Ther Sport [Internet]. 2019 May 1 [cited 2023 Feb 15];37:54–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30856592/>

25. Ibrahim A, Murrell GA, Knapman P. Adductor strain and hip range of movement in male professional soccer players. *J Orthop Surg (Hong Kong)* [Internet]. 2007 [cited 2023 Feb 14];15(1):46–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17429117/>
26. Mosler AB, Agricola R, Weir A, Hölmich P, Crossley KM. Which factors differentiate athletes with hip/groin pain from those without? A systematic review with meta-analysis. [cited 2023 Feb 18]; Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-094602>
27. Mosler AB, Crossley KM, Thorborg K, Whiteley RJ, Weir A, Serner A, et al. Hip strength and range of motion: Normal values from a professional football league. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2023 May 12];20(4):339–43. Available from: <http://www.jsams.org/article/S1440244016301062/fulltext>
28. Kibler W Ben, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* [Internet]. 2006 [cited 2023 May 13];36(3):189–98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16526831/>
29. Mendiguchia J, Ford KR, Quatman CE, Alentorn-Geli E, Hewett TE. Sex differences in proximal control of the knee joint. *Sports Med* [Internet]. 2011 [cited 2023 May 13];41(7):541–57. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21688868/>
30. Chalmers S, Debenedictis TA, Zacharia A, Townsley S, Gleeson C, Lynagh M, et al. Asymmetry during Functional Movement Screening and injury risk in junior football players: A replication study. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2023 Feb 1];28(3):1281–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29161759/>
31. Gomes Neto M, Conceição CS, de Lima Brasileiro AJA, de Sousa CS, Carvalho VO, de Jesus FLA. Effects of the FIFA 11 training program on injury prevention and performance in football players: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* [Internet]. 2017 May 1 [cited 2023 Feb 7];31(5):651–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27811329/>
32. Steffen K, Emery CA, Romiti M, Kang J, Bizzini M, Dvorak J, et al. High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised

- trial. *Br J Sports Med* [Internet]. 2013 Aug [cited 2023 Feb 7];47(12):794–802. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23559666/>
33. Asgari M, Alizadeh MH, Shahrbanian S, Nolte K, Jaitner T. Effects of the FIFA 11+ and a modified warm-up programme on injury prevention and performance improvement among youth male football players. *PLoS One* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2023 Feb 7];17(10). Available from: [/pmc/articles/PMC9584367/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39584367/)
 34. Owoeye OBA, VanderWey MJ, Pike I. Reducing Injuries in Soccer (Football): an Umbrella Review of Best Evidence Across the Epidemiological Framework for Prevention. *Sports Med Open* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2023 Feb 7];6(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32955626/>
 35. Gómez-Piqueras P, González-Víllora S, Andújar M del PS de B, Contreras-Jordán OR. Functional Assessment and Injury Risk in a Professional Soccer Team. *Sports (Basel)* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2023 Feb 1];5(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29910370/>
 36. Hegedus EJ, Cook CE. Return to play and physical performance tests: evidence-based, rough guess or charade? *Br J Sports Med* [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2023 Feb 7];49(20):1288–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26059832/>
 37. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* [Internet]. 2011 [cited 2023 Mar 23];27(12):1697–705. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22137326/>
 38. Mens JMA, Vleeming A, Snijders CJ, Stam HJ, Ginai AZ. The active straight leg raising test and mobility of the pelvic joints. *Eur Spine J* [Internet]. 1999 [cited 2023 Feb 15];8(6):468–73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10664304/>
 39. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med* [Internet]. 2003 [cited 2023 Mar 15];31(1):41–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12531755/>

40. Chumanov ES, Heiderscheit BC, Thelen DG. The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *J Biomech* [Internet]. 2007 [cited 2023 Feb 15];40(16):3555–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17659291/>
41. Peeler JD, Anderson JE. Reliability Limits of the Modified Thomas Test for Assessing Rectus Femoris Muscle Flexibility About the Knee Joint. [cited 2023 Feb 18]; Available from: www.nata.org/jat
42. Pinto-Ramos J, Moreira T, Costa F, Tavares H, Cabral J, Costa-Santos C, et al. Handheld dynamometer reliability to measure knee extension strength in rehabilitation patients- A cross-sectional study. *PLoS One* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2023 Feb 15];17(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35580110/>
43. Delahunt E, Kennelly C, McEntee BL, Coughlan GF, Green BS. The thigh adductor squeeze test: 45° of hip flexion as the optimal test position for eliciting adductor muscle activity and maximum pressure values. *Man Ther* [Internet]. 2011 Oct [cited 2023 Feb 15];16(5):476–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21429785/>
44. Etxaleku S, Izquierdo M, Bikandi E, Arroyo JG, Sarriegi I, Sesma I, et al. Validation and application of two new core stability tests in professional football. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2020;10(16):1–14.
45. Hancock GE, Hepworth T, Wembridge K. Accuracy and reliability of knee goniometry methods. *J Exp Orthop* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2023 Feb 18];5(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30341552/>
46. Etxaleku S, Izquierdo M, Bikandi E, Arroyo JG, Sarriegi I, Sesma I, et al. Validation and application of two new core stability tests in professional football. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2020 Aug 1;10(16).
47. Shadle IB, Cacolice PA. Eccentric Exercises Reduce Hamstring Strains in Elite Adult Male Soccer Players: A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2023 Apr 17];26(6):573–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27632822/>

48. Cuthbert M, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Haff GG, Comfort P. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Med* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 Apr 17];50(1):83–99. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31502142/>
49. Llorda-Almuzara L, Labata-Lezaun N, López-De-celis C, Aiguadé-Aiguadé R, Romaní-Sánchez S, Rodríguez-Sanz J, et al. Biceps Femoris Activation during Hamstring Strength Exercises: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 Aug 2 [cited 2023 Apr 18];18(16). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34444481/>
50. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2009 Mar [cited 2023 Apr 19];41(3):687–708. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19204579/>
51. Reiman MP, Bolgla LA, Loudon JK. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. *Physiother Theory Pract* [Internet]. 2012 May [cited 2023 Apr 18];28(4):257–68. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22007858/>
52. Thorborg K, Bandholm T, Zebis M, Andersen LL, Jensen J, Hölmich P. Large strengthening effect of a hip-flexor training programme: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2023 Apr 18];24(7):2346–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25796586/>
53. Schaber M, Guiser Z, Brauer L, Jackson R, Banyasz J, Milette R, et al. The Neuromuscular Effects of the Copenhagen Adductor Exercise: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2021 [cited 2023 Mar 29];16(5):1210–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34631242/>
54. Harøy J, Clarsen B, Wiger EG, Øyen MG, Serner A, Thorborg K, et al. The Adductor Strengthening Programme prevents groin problems among male football players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2023 May 14];53(3):145–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29891614/>

55. Boyle Michael, Manso de Zúñiga G. El entrenamiento funcional aplicado a los deportes. 2017;
56. Oliva-Lozano JM, Muyor JM. Core Muscle Activity During Physical Fitness Exercises: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Jun 2 [cited 2023 Apr 19];17(12):1–42. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32560185/>
57. Cortell-Tormo JM, García-Jaén M, Chulvi-Medrano I, Hernández-Sánchez S, Lucas-Cuevas ÁG, Tortosa-Martínez J. Influence of scapular position on the core musculature activation in the prone plank exercise. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2017 [cited 2023 Apr 19];31(8):2255–62. Available from: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2017/08000/Influence_of_Scapular_Position_on_the_Core.25.aspx
58. Ishida H, Watanabe S. Maximum expiration activates the abdominal muscles during side bridge exercise. *J Back Musculoskelet Rehabil* [Internet]. 2014 [cited 2023 Apr 19];27(4):481–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24867894/>
59. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2015 Nov [cited 2023 Apr 19];10(6):827–38. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26618062/>
60. Konrad A, Nakamura M, Bernsteiner D, Tilp M. The Accumulated Effects of Foam Rolling Combined with Stretching on Range of Motion and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sports Sci Med* [Internet]. 2021 [cited 2023 Apr 19];20(3):535–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34267594/>

10.ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

I.	Anexo I. Hoja de información y consentimiento informado	49
II.	Anexo II. Hoja de autorización del club	52
III.	Anexo III. Plantilla Excel para la recogida de datos	54

ANEXO I. HOJA DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El/la estudiante ANDONI SESMA MENDEZA del grado DE FISIOTERAPIA, dirigido/a por SILVIA ORTEGA CEBRIÁN, está llevando a cabo el proyecto de investigación CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE *SCREENING* EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES MASCULINOS PARA DETECTAR FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN Y ESTABLECER UN PLAN PREVENTIVO INDIVIDUAL.

El proyecto tiene como finalidad establecer un protocolo estandarizado para detectar factores de riesgo y aplicar de manera individual un plan de prevención. En primer lugar, se realizarán las mediciones pertinentes por parte del equipo investigador y, en segundo lugar, se analizarán los resultados para elaborar el plan de prevención individual. En el proyecto participan los siguientes centros de investigación: Tecnocampus Mataró-Maresme, centro adscrito a la Universidad Pompeu Fabra. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para aportar conocimiento al campo de las valoraciones musculoesqueléticas en el fútbol profesional para disminuir el riesgo de lesión, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión; ser futbolista profesional perteneciente a la plantilla del primer equipo.

Esta colaboración implica participar en 3 valoraciones repartidas en la temporada, con una duración de 45 minutos cada una. La primera en julio, la segunda en diciembre y la última en mayo.

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante la cuenta de Google Drive del investigador principal asociada a la Universidad TecnoCampus Mataró-Maresme, y únicamente tendrá acceso el estudiante.

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

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

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros a través del correo: asesma@edu.tecnocampus.cat.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

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

DECLARO QUE:

He recibido información sobre el proyecto CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE *SCREENING* EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES MASCULINOS PARA DETECTAR FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN Y ESTABLECER UN PLAN PREVENTIVO INDIVIDUAL, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

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

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

Por todo ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el proyecto CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE *SCREENING* EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES MASCULINOS PARA DETECTAR FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN Y ESTABLECER UN PLAN PREVENTIVO INDIVIDUAL.
2. Que ANDONI SESMA MENDAZA y su director/a SILVIA ORTEGA CEBRIÁN puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).
3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE] [FIRMA DEL DIRECTOR/A]

ANEXO II. HOJA AUTORIZACIÓN DEL CLUB

AUTORIZACIÓN DEL CLUB

Yo, [NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE], mayor de edad, con DNI/PASAPORTE [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN], actuando en nombre de la entidad.

DECLARO QUE:

He recibido información sobre el proyecto CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE *SCREENING* EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES MASCULINOS PARA DETECTAR FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN Y ESTABLECER UN PLAN PREVENTIVO INDIVIDUAL, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi autorización para ceder los datos de nuestros jugadores. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

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

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

Por todo ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

Participar en el proyecto CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE *SCREENING* EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES MASCULINOS PARA DETECTAR FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN Y ESTABLECER UN PLAN PREVENTIVO INDIVIDUAL.

Que ANDONI SESMA MENDAÑA y su director/a SILVIA ORTEGA CEBRIÁN puedan gestionar los datos personales de nuestros jugadores y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento la identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre nuestros jugadores en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA RESPONSABLE DEL CLUB]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE] [FIRMA DEL DIRECTOR/A]

ANEXO III. PLANTILLA EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	JUGADOR	IMC	PRONE PLANK TEST									CLOSED KINETIC CHAIN (CCC)								
2			D	D	PROM	PROM DCHA N/IMC	I	I	PROM	PROM IDDA N/IMC	LSI (D)	D	D	PROM	PROM DCHA N/IMC	I	I	PROM	PROM IDDA N/IMC	LSI (D)
3	Jugador 1	24,1	123	128	125,5	5,21	130	143	136,5	5,66	9%	110	103	106,5	5,21	110	103	106,5	5,21	0%
4	Jugador 2																			
5	Jugador 3																			
6	Jugador 4																			
7	Jugador 5																			
8	Jugador 6																			
9	Jugador 7																			
10	Jugador 8																			
11	Jugador 9																			
12	Jugador 10																			
13	Jugador 11																			
14	Jugador 12																			
15	Jugador 13																			
16	Jugador 14																			
17	Jugador 15																			
18	Jugador 16																			
19	Jugador 17																			
20	Jugador 18																			
21	Jugador 19																			
22	Jugador 20																			
23	Jugador 21																			
24	Jugador 22																			
25	Jugador 23																			
26	Jugador 24																			
27	Jugador 25																			
28																				
29	PROMEDIO																			
30	SD																			
31	VALOR MÁX																			
32	VALOR MÍN																			
33	CUARTIL 1																			
34	CUARTIL 2																			
35	CUARTIL 3																			

Figura 30. Plantilla CORE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	JUGADOR	IMC	PRONE PLANK TEST									CLOSED KINETIC CHAIN (CCC)								
2			D	D	PROM	PROM DCHA N/IMC	I	I	PROM	PROM IDDA N/IMC	LSI (D)	D	D	PROM	PROM DCHA N/IMC	I	I	PROM	PROM IDDA N/IMC	LSI (D)
3	Jugador 1	24,1	123	128	125,5	5,21	130	143	136,5	5,66	9%	110	103	106,5	5,21	110	103	106,5	5,21	0%
4	Jugador 2																			
5	Jugador 3																			
6	Jugador 4																			
7	Jugador 5																			
8	Jugador 6																			
9	Jugador 7																			
10	Jugador 8																			
11	Jugador 9																			
12	Jugador 10																			
13	Jugador 11																			
14	Jugador 12																			
15	Jugador 13																			
16	Jugador 14																			
17	Jugador 15																			
18	Jugador 16																			
19	Jugador 17																			
20	Jugador 18																			
21	Jugador 19																			
22	Jugador 20																			
23	Jugador 21																			
24	Jugador 22																			
25	Jugador 23																			
26	Jugador 24																			
27	Jugador 25																			
28																				
29	PROMEDIO																			
30	SD																			
31	VALOR MÁX																			
32	VALOR MÍN																			
33	CUARTIL 1																			
34	CUARTIL 2																			
35	CUARTIL 3																			

Figura 31. Plantilla FUERZA HDD

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	JUGADOR	IMC	PSLR		JURDAN TEST						ROT. INTERNA		ROT. EXTERNA		THOMAS TEST MOD.	
2			D	I	D			I			D	I	D	I		
3					AKE	THOMAS	TOTAL	AKE	THOMAS	TOTAL						
4	Jugador 1	24,1	78	83	65	-18	83	60	0	60	34	30	40	43	90	70
5	Jugador 2															
6	Jugador 3															
7	Jugador 4															
8	Jugador 5															
9	Jugador 6															
10	Jugador 7															
11	Jugador 8															
12	Jugador 9															
13	Jugador 10															
14	Jugador 11															
15	Jugador 12															
16	Jugador 13															
17	Jugador 14															
18	Jugador 15															
19	Jugador 16															
20	Jugador 17															
21	Jugador 18															
22	Jugador 19															
23	Jugador 20															
24	Jugador 21															
25	Jugador 22															
26	Jugador 23															
27	Jugador 24															
28	Jugador 25															
29																
30	PROM															
31	SD															
32	MÁX															
33	MÍN															
34	CUARTIL 1															

Figura 32. Plantilla ROM