



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN DE LAS LESIONES DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL: UN ESTUDIO CUASIEXPERIMENTAL ALEATORIZADO PROSPECTIVO

Andreu Sastre Munar

Máster Universitario en Investigación en Salud y Calidad de Vida

(Especialidad/Itinerario *en Ciencias de la Salud*)

Centro de Estudios de Postgrado

Año Académico 2019-20

PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN DE LAS LESIONES DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL: UN ESTUDIO CUASIEXPERIMENTAL ALEATORIZADO PROSPECTIVO

Andreu Sastre Munar



Trabajo de Fin de Máster

Centro de Estudios de Postgrado

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2019-20

Palabras clave del trabajo:

hamstring injury; prevention; prediction; exercise; force velocity profile.



Nombre Tutora del Trabajo: Natalia Romero Franco

RESUMEN

Contexto: las lesiones de la musculatura isquiotibial (IT) tienen alta incidencia y gran impacto económico, social y deportivo, especialmente en fútbol y rugby. Su origen multifactorial dificulta la elección de las evaluaciones y ejercicios más adecuados para detectarlas y prevenirlas. Por ello, estos aspectos continúan siendo muy controvertidos.

Objetivo: evaluar los efectos de un programa de ejercicios como parte del calentamiento en la prevención de lesiones IT y en los valores de fuerza en jugadores de rugby y fútbol amateur, además de evaluar la capacidad de estas evaluaciones para predecir estas lesiones.

Método: estudio cuasiexperimental aleatorizado prospectivo de 1 año de duración y dos grupos de intervención: experimental (GE) y control (GC). Durante 12 semanas, el GE realizará un programa de ejercicios preventivo como parte de su calentamiento rutinario, mientras que el GC solo realizará el calentamiento. Para ello, 180 jugadores (90 de fútbol y 90 de rugby) participarán voluntariamente en el estudio. Antes y después del programa de ejercicios, todos los deportistas realizarán pruebas para evaluar su perfil fuerza velocidad (F-v) y su capacidad máxima de salto vertical. Ésta última también se realizarán quincenalmente durante la temporada. Además, se registrarán todas las lesiones IT acontecidas en los deportistas hasta el final de la temporada.

Resultados esperados: en referencia a los efectos del programa, esperamos encontrar una reducción de la incidencia lesiva en el GE comparado con el GC, además de una mejora en los valores del perfil F-v y capacidad de salto tras el periodo de intervención de 12 semanas. En referencia al valor predictivo de los valores de fuerza, esperamos hallar una asociación indirecta significativa entre los valores de fuerza y el número de lesiones IT.

Aplicaciones prácticas: si se demostrara su eficacia, se recomendaría a los profesionales de la salud y el deporte considerar la inclusión de programas de prevención primaria como parte de la rutina diaria de entrenamiento. En cuanto al posible hallazgo en el valor predictivo, teniendo en cuenta la facilidad e inmediatez de los test propuestos, podrían ser herramientas útiles que ayudaran a reducir el impacto de estas lesiones, al mismo tiempo que aumentara el rendimiento del deportista.

Palabras clave: hamstring injury; prevention; prediction; exercise; force velocity profile.

ABSTRACT

Introduction: Hamstring injuries (HI) have a great incidence, as well as social, economic and psychological impact on soccer and rugby. Since this injury has a multifactorial origin, it is difficult to find appropriate evaluation or exercise to predict or prevent HI. Therefore, aspects related to HI prevention and prediction remain unclear.

Purpose: To evaluate the effects of an exercise program as part of the warm-up on HI prevention and force values of soccer and rugby's amateur players, as well as investigate the predictive value of these measurement to predict HI.

Methods: A one-year randomized quasi-experimental prospective study with two intervention groups: experimental (EG) and control group (CG). During 12 weeks, EG will perform an exercise program as part of their warm-up, while CG will only perform the warm-up. To this end, 180 (90 soccer and 90 rugby) players will voluntary participate in the study. Before and just after these 12 weeks, all athletes will be evaluated to obtain their force velocity (F-v) profiles and maximum vertical jump capability. The latter will also be measured every fifty days during the entire season. Also, all HI suffered by athletes will be recorded during the entire season.

Expected results: In reference to the results of the exercise program, we expect to find a decrease in the injury incidence in EG compared to GC. Furthermore, we could obtain an increase of the F-v profiles and jump after the 12-week intervention period in the EG. In reference to the predictive value of force values, we could find significant indirect association with the number of HI.

Practical applications: Just in case to find the expected results, we would recommend health and sports professionals the inclusion of primary prevention programs as part of the daily training routine. In terms of prediction and taking into account the ease and immediacy of the proposed tests, we would propose to use it as tool to reduce the impact of HI, while increasing the athlete's performance.

Key words: hamstring injury; prevention; prediction; exercise; force velocity profile.

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	7
ABREVIATURAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS	11
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Justificación.....	18
2. OBJETIVOS	20
2.1. General	20
2.2. Específicos	20
3. HIPÓTESIS	21
4. METODOLOGÍA.....	22
4.1. Diseño de estudio:	22
4.2. Participantes	22
4.3. Aspectos éticos	23
4.4. Procedimientos	24
4.5. Análisis estadístico.....	31
5. CONSIDERACIONES FINALES	32
5.1. Posibles limitaciones del estudio y alternativas para minimizarlas	32
5.2. Implicaciones que se espera puedan tener los resultados para la práctica ...	32
6. REFERENCIAS	34
7. ANEXOS.....	44

ABREVIATURAS

1RM = repetición máxima.

CMJ = salto vertical con contramovimiento.

F0 = fuerza máxima teórica que se produce sobre la velocidad nula.

F-v = fuerza-velocidad.

F-v H = fuerza-velocidad horizontal.

F-v V = fuerza-velocidad vertical.

hpo = distancia de empuje vertical.

H:Q = ratio isquiotibiales vs. Cuádriceps.

IC = intervalo de confianza.

IT = isquiotibial.

NHE = (Nordic Hamstring Exercise) ejercicio de isquiotibial nórdico.

RF = ratio de fuerza.

RR = riesgo relativo.

TE = tamaño de efecto.

V0 = velocidad máxima teórica a la que se puede ir con una fuerza nula.

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

Figuras 1: Posiciones del sujeto para tomar medidas necesarias para el cálculo de la distancia de empuje vertical.

Figura 2: Posiciones del sujeto durante el procedimiento de ejecución del salto vertical con contramovimiento.

Figura 3: Infografía sobre el procedimiento para la evaluación del perfil Fuerza-velocidad horizontal.

Figura 4: Las tres distancias para el cálculo propuesto de la distancia de empuje vertical.

Figura 5: Configuración del campo donde se realizarán las partes del calentamiento.

TABLAS

Tabla: Descripción de los ejercicios del programa.

ANEXOS

Anexo 1: Cronograma.

Anexo 2: Lista de comprobación CONSORT.

Anexo 3: Hoja de información.

Anexo 4: Consentimiento informado.

Anexo 5: Registro de Actividades de Tratamiento.

Anexo 6: Hoja de recogida de datos.

Anexo 7: Programa de ejercicios.

Anexo 8: Consentimiento para la publicación de imagen.

Anexo 9: Registro lesiones.

1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones de la musculatura isquiotibial (IT) tienen una alta incidencia en el deporte debido a que se producen entre un 57 y 68% durante la aceleración en la carrera de velocidad (1) y en menor medida durante su desaceleración, mecanismos presentes en la mayoría de los deportes (2–4). Sin embargo, el fútbol y rugby se caracterizan por los continuos cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones. Por ello, las lesiones de IT son especialmente prevalentes en estos dos deportes,(3,4) representando entre un 12 y 17 % de todas las lesiones en fútbol y hasta un 15% en rugby (4–7). Es importante destacar también que además de la incidencia, estas lesiones se caracterizan por su alta recurrencia, presentando una tasa de recidiva del 12 al 33% en fútbol (8) y del 23% en rugby (4). Así, solo las lesiones de la musculatura IT llegan a suponer hasta un 3,4 de lesiones por temporada y por equipo en fútbol (9). Valores similares se observan en rugby, aunque en una población con menor número de licencias.

Estos datos suponen un gran impacto en el rendimiento deportivo, pudiendo suponer la pérdida de entre 18 a 28 días de competición por jugador lesionado (10,11). Acompañando al impacto deportivo, observamos también un gran impacto económico provocando un gasto medio de 264 euros por jugador lesionado y un gasto estimado total de más de 1 millón de euros anuales, solo en la liga amateur del fútbol español (12).

En base a los resultados de prevalencia, recurrencia e impacto social y económico, las lesiones de la musculatura IT han motivado a muchos investigadores a considerar su evaluación, prevención y tratamiento para lograr amortiguar los daños a todos los niveles. De este modo, varios autores han sugerido un origen multifactorial que dificultaría su abordaje y prevención (13). Entre esos factores, destacarían la fuerza y desequilibrio de la musculatura afectada, flexibilidad de la misma musculatura, estabilidad lumbopélvica y la fatiga.

En primer lugar, la fuerza de la musculatura IT y los posibles desequilibrios con su antagonista han sido valorados por varios investigadores (14–19). El test isocinético es una de las herramientas más utilizadas para detectar desequilibrios a través de variables como el ratio isquiotibiales-cuádriceps (H:Q, por sus siglas en inglés “hamstring : quadiceps”). Aunque este cociente puede ser obtenido con diferentes metodologías, la que ha demostrado tener mayor sensibilidad en la detección de desequilibrios en esta

musculatura en deportistas con lesión previa, es el test funcional. Con éste, se evalúa concéntricamente y a alta velocidad la fuerza del cuádriceps, y excéntricamente y a baja velocidad la fuerza de la musculatura IT. Este mismo ratio puede hallarse midiendo la fuerza isométrica en diferentes posiciones angulares de dichos músculos, aunque esta modalidad deja de ser sensible solo tras algunas semanas de recuperación (20). En lo que respecta a su capacidad predictiva, el estudio de Benell et al. (1998) (20) demostró que la diferencia de fuerzas excéntricas y concéntricas y el ratio H:Q no suponía un parámetro predictor de lesiones IT. Sin embargo, varios investigadores sí encontraron asociaciones significativas con subsecuentes lesiones IT (15,21,22). En desacuerdo con estos resultados, una revisión sistemática publicada por Green et al. (2017) (16) y otros estudios muy recientes (18,19,23) afirman no haber hallado evidencia entre las diferentes evaluaciones mediante test isocinéticos y la predicción de las lesiones IT.

Además del desequilibrio entre la musculatura IT y su antagonista, hay autores que han evaluado posibles desequilibrios entre los distintos músculos IT a través de su evaluación con electromiografía de superficie (24). Un reciente estudio realizado por Avrillon et al. (2020) (14), halló correlaciones significativas entre desequilibrios de fuerza entre los IT y subsecuentes lesiones de esta musculatura.

A pesar de estos hallazgos, los anteriores test evaluaban desequilibrios a través de movimientos de flexión y extensión de rodilla locales, lejos de los gestos y tareas deportivas funcionales. Para evaluar estos desequilibrios de forma más específica, deben considerarse pruebas que simulen las tareas deportivas que demandan la fuerza de la musculatura. Para ello, es posible emplear la evaluación del perfil fuerza-velocidad (F-v) el cual informa sobre la capacidad de ejercer fuerza y alcanzar velocidad durante la carrera y el salto, según sea el perfil F-v horizontal o vertical, respectivamente. Ambos componentes horizontal y vertical de la fuerza son necesarios para la carrera y requieren una gran implicación de la musculatura IT. Por ello, en estos últimos años, varios estudios han observado desequilibrios en este perfil tras la lesión de la musculatura IT (3,17,25).

Por otra parte, la flexibilidad de la musculatura isquiotibial ha sido estudiada por varios investigadores como posible origen de la lesión en IT. Las mediciones de la flexibilidad se han realizado tradicionalmente con test como el sit-and-reach o sus variantes, o bien usando el passive leg raising, considerada por algunos autores como el gold estándar para la flexibilidad de la musculatura IT. La primera es una medición indirecta que implica

también a las estructuras espinales debido a que se realiza a través de una inclinación del tronco para llegar a tocar la punta de los pies (26). La segunda requiere una extensión activa de la articulación de la rodilla desde la posición de decúbito supino (27). Ninguna de las dos tipologías de evaluación ha mostrado ser útil para predecir lesiones de IT (15,26,27).

En cuanto a la estabilidad articular que proporciona la musculatura glútea y su importancia en posibles lesiones IT, algunos autores han afirmado que puede ser un factor de riesgo (28,29). Franettovich Smith et al. (2016) (30) midió la activación del glúteo mayor y glúteo medio mediante una electromiografía de superficie y su volumen a través de resonancia magnética para describir posibles correlaciones con lesiones IT. Este estudio observó una correlación positiva entre la alta activación del músculo glúteo medio y la lesión IT (30), aunque esta relación no se observó para el glúteo mayor. Otros estudios sugieren que una inestabilidad en esa zona podría aumentar la activación de la musculatura IT y por tanto, incrementar el riesgo de lesión (29,31). Sin embargo, estos autores no realizaron un seguimiento que confirmara esta hipótesis.

Finalmente, como factor más frecuentemente implicado en el mecanismo fisiopatológico de las lesiones deportivas, debemos tener en cuenta la fatiga (32,33). Varios investigadores monitorizaron la fatiga durante la temporada de deportistas para detectar factores de riesgo que pudiesen aumentar el riesgo de lesión de los IT. Algunos de estos eran la reducción del momento de fuerza (34), la disminución de la fuerza reactiva (32), la disminución del control postural a una pierna (33) y la alteración de la técnica de carrera (35). Sin embargo, ninguno de estos estudios evaluó la capacidad de estas reducciones para predecir el riesgo lesivo en la musculatura IT, debido a que eran estudios exclusivamente transversales y descriptivos.

Además de monitorizar y reducir las lesiones de la musculatura isquiotibial a través de la evaluación de los potenciales factores de riesgo, muchos autores han diseñado intervenciones basadas en ejercicio que puedan reducir estos factores. Entre las modalidades de ejercicios más empleadas, la literatura suele considerar con frecuencia la tipología excéntrica como principal herramienta (36,37), aunque hay quienes la incluyen dentro de programas de ejercicios multiestacionales de distintas tipologías y autores que consideran además ejercicios de flexibilidad (38–40).

La tipología excéntrica la podemos dividir básicamente en dos grupos, los ejercicios isoinerciales y el ejercicio de IT nórdico (NHE, por sus siglas en inglés Nordic Hamstring Exercise), siendo éste el más empleado en la literatura científica (41). Aunque ambas tipologías han demostrado disminuir el número de lesiones de la musculatura IT (8,36–38,41,42), el ejercicio isoinercial (41) requiere herramientas de coste elevado, siendo poco accesible en deporte amateur. Por su parte, el NHE es un ejercicio práctico ya que solamente requiere la ayuda de un compañero para realizarlo, desde una posición de rodillas y con los pies fijados en el suelo por el compañero. Desde esta posición, el ejercicio consiste en mantener el cuerpo recto desde las rodillas a la cabeza, dejarse caer inclinándose hacia adelante hasta el momento que no se pueda mantener la posición (43).

Aunque varios estudios han demostrado reducciones de hasta el 50% en la incidencia lesiva IT gracias a esta tipología de ejercicios, (8,36), sigue habiendo una alta prevalencia y recurrencia de dicha lesión a causa de su origen multifactorial (13). Por ello, muchos autores consideran necesaria la realización de programas multiestación donde incorporar, además de ejercicios excéntricos, ejercicios concéntricos, de estabilización lumbopélvica, de estiramiento y propiocepción. Sin embargo, algunos de estos programas multiestación no han tenido un efecto preventivo en las lesiones de IT. Es el caso de los estudios de Van de Hoef et al. (2017) (44) y (2019) (6) donde los deportistas realizaban tres ejercicios: la estocada, skipping con salto y caída a un pie, más los saltos de triple. Ambos estudios medían la incidencia de las lesiones de IT junto con su gravedad y no llegaron a mostrar eficacia. En cambio, otros estudios que incluían la combinación de ejercicios concéntricos, excéntricos y estiramientos, mostraron ser eficaces para prevenir lesiones de IT (37,38). Como programa multiestación más estudiado en la literatura, destacamos el programa 11+ del estudio de la FIFA para futbolistas (40). Éste ha demostrado disminuir hasta un 60% la incidencia lesiva en general, así como las lesiones de IT en particular (45). Para ello, este programa incluye ejercicios de estabilidad lumbopélvica, propiocepción, equilibrio, pliometría y agilidad. Sin embargo, estos programas se han realizado principalmente en jóvenes deportistas (45) existiendo para nuestro conocimiento, solo 2 estudios que incluyan este programa en deportistas amateur, obteniendo resultados controvertidos. Por un lado, el estudio de Silvers-Granelli et al. (2015) (46) muestra reducciones en la incidencia lesiva de la musculatura IT. Sin embargo, este estudio presenta ciertos sesgos dado que no realiza un seguimiento adecuado, no informan de los abandonos y no tiene en cuenta factores esenciales como la

experiencia en el deporte y la existencia de lesión previa. Por otro lado, el estudio de Van Beijsterveldt et al. (2012) (47) no presenta dichos sesgos y metodológicamente es apropiado, sin embargo, sus hallazgos no muestran una reducción de la incidencia lesional en IT tras la realización del programa, aunque sí en lesiones de rodilla.

Otra de las tipologías que suelen ser consideradas por algunos autores como parte de estos programas son los ejercicios de estiramientos, a pesar de ser muy controvertidos en la prevención lesiva. Los autores que los incluyen, afirman que su utilidad se centra en reducir el tono de la musculatura y aumentar el rango de movimiento, intentando así reducir futuras lesiones (48). Gabbe et al. (2006) (49) evaluó el efecto de un programa de NHE en comparación con un programa de estiramientos en la prevención de la lesión de IT. Este estudio mostró que en el grupo NHE hubo un 4% de lesiones de IT y en el grupo estiramientos, un 13,2%, demostrando así la escasa eficacia de los estiramientos. Otros estudios que combinan ejercicios excéntricos y estiramientos estáticos muestran una reducción de las lesiones (37,50), aunque los resultados no son estadísticamente significativos y tampoco mejores en comparación con ejercicios excéntricos en solitario (37,38). A esta falta de efectos beneficiosos de los estiramientos estáticos debemos añadir posibles deterioros cuando se emplean antes de ejercicios que requieren potencia. Con lo que los estiramientos estáticos no serían recomendables por disminuir la capacidad de ejercer fuerza y aumentar el riesgo de lesión (51). En su lugar, se recomiendan estiramientos balísticos (movimientos rápidos dentro de los límites del rango de movimiento) debido a que aumentan la fuerza (51).

Además de la heterogeneidad observada en los programas de ejercicios propuestos para abordar las lesiones isquiotibiales o monitorizar los posibles factores de riesgo para prevenirlas, también se observa gran variabilidad en aspectos concernientes a la evaluación de los resultados de estos programas y su capacidad de predicción de lesiones futuras. Este continuo reto que reduciría la incidencia lesiva evitando muchas de las lesiones isquiotibiales, ha supuesto grandes controversias entre los autores.

1.1. Justificación

A pesar del gran impacto económico, social y deportivo que suponen las lesiones IT, su origen multifactorial dificulta su monitorización, prevención y abordaje. Esta labor, se muestra especialmente importante en fútbol y rugby, con alta incidencia lesiva debido a que basan su rendimiento en continuos sprint que ponen en riesgo a estas estructuras.

Por ello, y a pesar de los esfuerzos reflejados en la literatura científica para predecir y prevenir lesiones, sigue sin quedar claro qué evaluaciones y ejercicios son los realmente útiles para predecir y prevenir, respectivamente. En este sentido, a pesar de existir en fútbol algunas estrategias consolidadas en deportistas adultos para este fin como los calentamientos FIFA 11+, éstos no aseguran la prevención en otros rangos de edad y tampoco están desarrollados en el mundo del rugby.

Por otro lado, los continuos avances en el ámbito del deporte y la prevención de lesiones, abren el abanico de posibilidades en torno a posibles variables a considerar como predictoras. Es el caso del perfil F-v del deportista, cuyas características podrían dar información muy útil antes, durante y después de la lesión de la musculatura IT (17,25). Sin embargo, su reciente incorporación como herramienta de predicción de rendimiento, imposibilita que existan estudios que analicen su valor preventivo. Los escasos estudios existentes hasta el momento que han considerado estas evaluaciones en varios deportistas con lesiones de IT previas, han comprobado que éstos mostraban desequilibrios en el perfil F-v (3,17,25). Así, los autores sugerían que estos parámetros observados podrían ser válidos para la correcta monitorización del proceso de recuperación y vuelta a la práctica deportiva, además de posibles parámetros de riesgo a tener en cuenta para las posibles recidivas. Sin embargo, la escasez y tipología de estudios hasta el momento no permiten afirmar estas hipótesis (52). En esta misma línea, Jiménez-Reyes et al. (2020) (53), publicó un estudio donde se veían comprometidas las variables del perfil F-v de los jugadores de fútbol en las diferentes fases de la temporada donde no se aplicaban estímulos específicos del sprint. Sin embargo, aunque este estudio detectó déficits en las variables del perfil F-v horizontal, solo evaluó su relación con el rendimiento y no con posibles lesiones.

Por otra parte, y como ya hemos mencionado, la fatiga suele ser un factor siempre presente en deporte, con sus consecuentes reducciones del rendimiento como principales herramientas para reflejar su existencia (31,33–35). Entre las evaluaciones más

destacadas y empleadas para medirla en deportistas, destacamos el salto vertical (54,55), siendo el salto con contramovimiento (CMJ), la tipología que mayor sensibilidad muestra para valorar la fatiga neuromuscular (56). En este sentido, aunque existen estudios que han evaluado la capacidad de salto a lo largo de periodos de entrenamiento mostrando su utilidad para informar sobre la existencia de fatiga neuromuscular o incluso el estado de forma de los deportistas, no hay estudios hasta el momento que la empleen periódicamente para evaluar su capacidad para predecir lesiones de la musculatura IT.

2. OBJETIVOS

2.1.General

- Evaluar los efectos de un programa de ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica y velocidad en la prevención de lesiones isquiotibiales y en el perfil F-v vertical y horizontal de jugadores de rugby y fútbol amateur de la isla de Mallorca, además de evaluar la capacidad de estas evaluaciones junto con la capacidad de salto vertical con contramovimiento para predecir las lesiones isquiotibiales.

2.2.Específicos

- Analizar los efectos de un programa de ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica y velocidad en el perfil F-v vertical de jugadores de rugby y fútbol amateur de la isla de Mallorca.
- Analizar los efectos de un programa de ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica y velocidad en el perfil F-v horizontal de jugadores de rugby y fútbol amateur de la isla de Mallorca.
- Evaluar los efectos de un programa de ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica y velocidad en el número de lesiones de musculatura isquiotibial en jugadores de rugby y fútbol amateur de la isla de Mallorca.
- Analizar los efectos de un programa de ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica y velocidad en el salto vertical con contramovimiento en jugadores de rugby y fútbol amateur de la isla de Mallorca.
- Describir la capacidad del perfil F-v horizontal para predecir lesiones de la musculatura isquiotibial en jugadores de fútbol y rugby amateur de la isla de Mallorca.
- Describir la capacidad predictiva y sensibilidad del perfil F-v vertical ante las lesiones de la musculatura isquiotibial en jugadores de fútbol y rugby amateur de la isla de Mallorca.
- Describir la capacidad predictiva y sensibilidad del salto vertical con contramovimiento ante las lesiones de los isquiotibiales en jugadores de fútbol y rugby amateur de la isla de Mallorca.

3. HIPÓTESIS

Una vez revisada la literatura, se proponen las siguientes hipótesis:

- Un programa que combine ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica y velocidad prevendrá lesiones de los isquiotibiales en jugadores de fútbol y rugby.
- Un programa que combine ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica y velocidad mejorará la capacidad de salto vertical con contramovimiento y el perfil F-v vertical y horizontal en jugadores de fútbol y rugby amateur de la isla de Mallorca.
- Los desequilibrios en los perfiles F-v vertical y horizontal serán útiles para predecir lesiones de isquiotibiales en jugadores de rugby y fútbol amateur de la isla de Mallorca.
- El salto vertical con contramovimiento ayudará a predecir las lesiones de la musculatura isquiotibial en jugadores de rugby y fútbol amateur de la isla de Mallorca.

4. METODOLOGÍA

4.1. Diseño de estudio

Estudio cuasiexperimental aleatorizado prospectivo de 1 año de duración y dos grupos de intervención: experimental y control. Ambos grupos recibirán un seminario educacional de 20 minutos sobre la importancia de la prevención de lesiones. Además, el grupo experimental incluirá durante 12 semanas un programa de ejercicios preventivos como parte de su calentamiento rutinario 2 veces por semana; el grupo control realizará únicamente su calentamiento rutinario. Los participantes no serán informados sobre la existencia de otro grupo para evitar un sesgo en los resultados de la intervención. El estudio se realizará en la isla de Mallorca durante la temporada deportiva 2021-2022 de equipos de fútbol y rugby (Anexo 1). Para ello, se realizarán mediciones al inicio de la temporada y después de la realización del programa de ejercicios preventivos. También, algunas de las mediciones se seguirán realizando quincenalmente hasta el final de la temporada. Se registrarán además todas las lesiones referentes a la musculatura isquiotibial acontecidas durante la temporada deportiva. Este estudio no recibirá financiación de instituciones u organizaciones, y su diseño se ha basado en las normas CONSORT (57) (Anexo 2).

4.2. Participantes

Se reclutarán jugadores de fútbol y de rugby de la isla de Mallorca que de forma voluntaria acepten participar en el estudio.

Cálculo del tamaño muestral

El tamaño de la muestra se calculó mediante la aplicación GRANMO versión 7.12 (*España*) (58,59). Aceptando un poder estadístico mayor al 80% y detectando diferencias estadísticas con una significación del 5%, se precisan un total de 130 sujetos, para detectar una diferencia igual o mayor del 0,19 del porcentaje de perfil F-v para detectar lesiones de la musculatura IT en los deportistas (25). Se asume, según el estudio de Marrugat et al. (1998) (59) que la proporción en el grupo de referencia es del 50%. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 20% tomando de referencia otros estudios similares (6,60,61).

Por lo tanto, la muestra total del estudio será de 6 equipos de fútbol (16-18 jugadores por equipo) y 4 equipos de rugby (20-25 jugadores por equipo), reclutando un total de unos

180 deportistas para el estudio cuasiexperimental aleatorizado prospectivo de un año. El total de la muestra será aleatorizada por un profesional externo mediante una aleatorización por equipos. De este modo, 3 equipos de fútbol y 2 de rugby formarán parte del grupo control y otros 3 equipos de fútbol y 2 de rugby formarán parte del grupo intervención.

Criterios de elegibilidad

Se considerarán jugadores de la categoría masculina debido a que el 93,9% y el 85,4% de las licencias de fútbol y rugby, respectivamente, corresponden a hombres, además de que los hombres tienen el doble de lesiones de la musculatura IT incluso ponderando por el número de licencias (62,63). Estos jugadores serán mayores de 16 años y competirán en la misma liga regional de fútbol de Mallorca, unificando así el nivel de los deportistas, y los equipos de rugby que compitan en la Liga Balear Senior Masculina, única liga existente en la isla de esta categoría. Serán excluidos aquellos deportistas que hayan sido intervenidos quirúrgicamente de alguna zona del miembro inferior y/o de la musculatura IT o que hayan padecido una avulsión de la misma, así como aquellos jugadores que hayan sufrido una lesión de la musculatura IT en los últimos 6 meses. Tampoco podrán considerarse aquellos jugadores que ya incluyan ejercicios de carácter preventivo en su calentamiento rutinario.

Proceso de reclutamiento

Se contactará por vía telefónica y/o por correo electrónico con ambas federaciones deportivas de las Islas Baleares, las cuales informarán a los respectivos clubs los detalles del proyecto. Una vez informados todos los clubes, nos pondremos en contacto con 6 clubes de fútbol y 4 de rugby elegidos aleatoriamente de entre todos los que hayan manifestado su deseo de participar en el estudio. Un profesional externo a la investigación realizará la asignación aleatoria usando un software en línea (64).

4.3. Aspectos éticos

Antes del inicio del estudio, todos los jugadores serán informados sobre el procedimiento, los beneficios y riesgos del estudio (Anexo 3). Posteriormente, firmarán voluntariamente el consentimiento informado (Anexo 4), siendo su padre/madre o tutor/a legal el responsable de la firma en caso de ser menor de edad. También, el comité de ética deberá valorar si este proyecto cumple con los principios éticos de acuerdo a la Declaración de

Helsinki. Antes del inicio y debido a la naturaleza experimental del proyecto, éste será registrado en la base de datos *ClinicalTrials.gov*.

Para garantizar el cumplimiento de la Ley de Protección de la información, los participantes serán sometidos a procesos de disociación y encriptación, y en la base de datos final solo existirá información anonimizada, sin conocer la identidad de los participantes. De este modo, se cumplirá la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Por ello, y en base al reglamento (UE) 2016/679, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas relativo al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, se ha creado un Registro de Actividades de Tratamiento, cuyo proceso se encuentra en trámite (Anexo 5).

4.4.Procedimientos

Al inicio de la temporada, se obtendrán las características sociodemográficas, valores antropométricos (edad, peso y talla) y deportivos de todos los participantes (Anexo 6). Emplearemos un tallímetro portátil Seca 213 (España) y una báscula Tanita BC-731 (Japón). Durante la misma sesión, los participantes realizarán una sesión de familiarización de los diferentes test del estudio. En esta sesión, de forma previa a la realización de los test, también se llevarán a cabo la medición con una cinta métrica metálica Bosch (España) de la distancia de empuje vertical (hpo), como representa la Figura 1 adaptada de Jiménez-Reyes et al. (2017) (65), y la medición de la repetición máxima (1RM), la cual se determinará a partir de la relación carga-velocidad obtenida durante la sesión de familiarización según protocolos previos (66), mediciones necesarias para la realización de los diferentes test. En esa misma sesión, también se llevará a cabo el seminario educacional de 20 minutos sobre la importancia de la prevención de lesiones a los jugadores de los equipos pertenecientes a la parte experimental del estudio.



Figura 1. Posiciones del sujeto para tomar medidas necesarias en el cálculo de la distancia de empuje vertical. Figura adaptada de Jiménez-Reyes et al. (2017) (65)

Por otra parte, una semana después de la sesión de familiarización, los participantes realizarán los diferentes test para evaluar su capacidad de salto vertical, el perfil F-v V y el perfil F-v H. Esta sesión será realizada siempre en horario vespertino y se pedirá a los participantes no haber realizado ejercicio extenuante en las 48 horas previas. La evaluación de salto vertical en contramovimiento (CMJ) y del perfil F-v V se realizarán el mismo día, y 48 horas más tarde se realizará la evaluación del perfil F-v H. Estos test, serán evaluados por un fisioterapeuta experto en el ámbito deportivo, que no tendrá conocimiento de a qué grupo de intervención pertenecen los deportistas. Antes de los test, los jugadores realizarán un calentamiento.

El periodo de intervención tendrá una duración de 12 semanas, en las cuales el grupo experimental realizará un programa de ejercicios como parte del calentamiento rutinario de los deportistas, 2 veces por semana. Por su parte, el grupo control realizará únicamente su calentamiento rutinario. Ambos grupos, habrán recibido previamente un seminario educacional de 20 minutos sobre la importancia de la prevención de lesiones.

Seminario educacional

Se llevará a cabo de forma previa a la sesión de familiarización y contendrá información sobre la importancia de la prevención de lesiones. Será realizado en una sala acondicionada de las mismas instalaciones del club deportivo al que pertenecen los jugadores. Tendrá una duración estimada de 20 minutos y será impartido por un fisioterapeuta especialista en prevención de lesiones, que no tendrá conocimiento de a qué grupo de intervención pertenecen los deportistas.

Sesión de familiarización

Comenzará con un breve calentamiento de 15 minutos: 5 minutos de carrera continua, seguido de 10 minutos de estiramientos balísticos, 10 repeticiones de estocadas por lado, 12 sentadillas, 30 segundos de skipping, 3 saltos verticales a intensidad submáxima con intervalos de 3-5 segundos y 2 saltos verticales a intensidad máxima con intervalos de 40-60 segundos entre cada salto. El calentamiento concluirá con 2 carreras progresivas llegando al 100% de intensidad. Este procedimiento es similar al realizado en estudios previos (55,67,68).

Posteriormente, un fisioterapeuta experto en el ámbito deportivo, que no tendrá conocimiento de a qué grupo de intervención pertenecen los deportistas, explicará a los sujetos la técnica de salto del CMJ. A continuación, todos los participantes realizarán 3 intentos sin peso o hasta conseguir una técnica adecuada, y se irá incrementando la carga progresivamente. La progresión de la carga se determinará según la altura del salto sin carga:

- Si la altura de salto es igual o inferior a 0,20 m, se incrementará un 10% de la masa corporal en cada salto.
- Si la altura de salto es entre 0,21 y 0,30 m, se incrementará un 15% de la masa corporal en cada salto.
- Si la altura de salto es entre 0,31 y 0,40 m, se incrementará un 20% de la masa corporal en cada salto.
- Si la altura de salto es mayor a 0,40 m, se incrementará un 20% de la masa corporal en cada salto.

De este modo, se aumentará la carga hasta que la altura de salto sea menor de 0,05 m con respecto al salto anterior, siguiendo un proceso similar al utilizado en el estudio de Giroux et al. (2015) (66). De este modo los deportistas quedarán familiarizados tanto con el test de salto vertical, como con el test para medir el perfil F-v V.

En referencia al test de perfil F-v H, el mismo fisioterapeuta experto en deporte explicará el procedimiento a los deportistas, siendo un test sencillo que no precisa de

familiarización por consistir en aceleraciones de 40 m, características de su deporte y frecuentes en sus entrenamientos.

Calentamiento previo a la realización de los test

Será el mismo calentamiento que en el de la fase de familiarización, descrito anteriormente.

Test de salto vertical

Se realizará mediante el CMJ el cual informa sobre la fuerza explosiva de miembros inferiores y la energía elástica producida, correlacionando directamente con el rendimiento del deportista, además de detectar la posible fatiga neuromuscular (55,56,69). Por tanto, nos proporcionará la altura máxima de salto vertical (m). Para medirlo, se empleará la aplicación diseñada para smartphone MyJump2, la cual ha mostrado ser válida para población deportista según estudios previos (70). Para el test, los participantes se colocarán delante de una cámara de vídeo posicionada en formato apaisado. Desde aquí, partiendo de una extensión de rodillas en bipedestación con las manos en las caderas, realizarán un movimiento rápido de flexo-extensión de rodillas hasta 90°, para consecutivamente efectuar un salto vertical máximo como representa la Figura 2, adaptada de Jiménez-Reyes et al. (2017) (65). Durante el salto, los jugadores evitarán que el tronco y las rodillas se flexionen, manteniendo los tobillos en flexión plantar. La altura del salto se calculará mediante las ecuaciones de las leyes fundamentales de dinámica (71), será evaluada contabilizando el tiempo entre el primer fotograma en el que los pies dejan de contactar con el suelo y el fotograma en el que se produce el primer contacto con el suelo tras el salto. Los saltos serán supervisados por un evaluador especialista en deporte, el cual no conocerá el grupo al que pertenecen y se asegurará de que el test se ejecuta correctamente (72). Se realizarán 3 intentos válidos, obteniendo la media de ellos. Este test se realizará al inicio y al final de la temporada, quincenalmente y 48 horas después de cada competición para monitorizar la posible existencia de fatiga neuromuscular, siguiendo las indicaciones de estudios previos (55,68,73). Este proceso es similar al estudio de Jiménez-Reyes y González-Badillo (2011) (67).



Figura 2. Posiciones del sujeto durante el procedimiento de ejecución del salto vertical en contramovimiento; adaptada de Jiménez-Reyes et al. (2017) (65).

Perfil F-v H

Para su evaluación será necesario medir los tiempos parciales y total de una carrera de 40 m, teniendo en cuenta la masa corporal y la altura del deportista. Para ello, emplearemos la aplicación diseñada para iPhone llamada MySprint (74). Los deportistas realizarán una carrera de 40 m a la máxima velocidad posible, saliendo desde una posición estática en la que el pulgar derecho o izquierdo se sitúe en el suelo. Todos realizarán una segunda carrera de 40 m, con un descanso de 5 minutos. Para facilitar en análisis de los tiempos total y parciales, se colocarán 6 pares de picas ubicados a los 5, 10, 15, 20, 30 y 40 m de la carrera. El posicionamiento de estas picas deberá tener en cuenta la corrección del paralelo, consiguiendo así que las cámaras graben a los deportistas cruzando los marcadores exactamente en las medidas específicas, tal y como se muestra en la Figura 3, adaptada de Romero-Franco., et al (2016) (74). El dispositivo móvil se posicionará en formato apaisado, en el metro 20 del recorrido, a 18 m de las picas ubicadas en este punto. Tras la realización del test, un investigador externo con experiencia en análisis de imagen deportiva evaluará el vídeo con la aplicación, seleccionando el primer fotograma en el que el pulgar deja de contactar con el suelo (inicio de la carrera) y seleccionando también los siguientes fotogramas correspondientes al paso de la cadera del deportista a través de las diferentes picas (5, 10, 15, 20, 30 y 40 m). Así, la aplicación MySprint proporcionará los tiempos parciales y el tiempo total. En base a las ecuaciones descritas por Samozino et al. (2015) (75) obtendremos también las siguientes variables: F_0 (significa la producción de fuerza máxima teórica que los miembros inferiores podrían producir sobre una velocidad nula), V_0 (significa la velocidad máxima teórica a la que los miembros

inferiores pueden ir con una fuerza externa nula) y por último obtendremos el máximo ratio de fuerza (RF). Se realizarán 2 carreras de 40 m, quedándonos con el mejor intento.

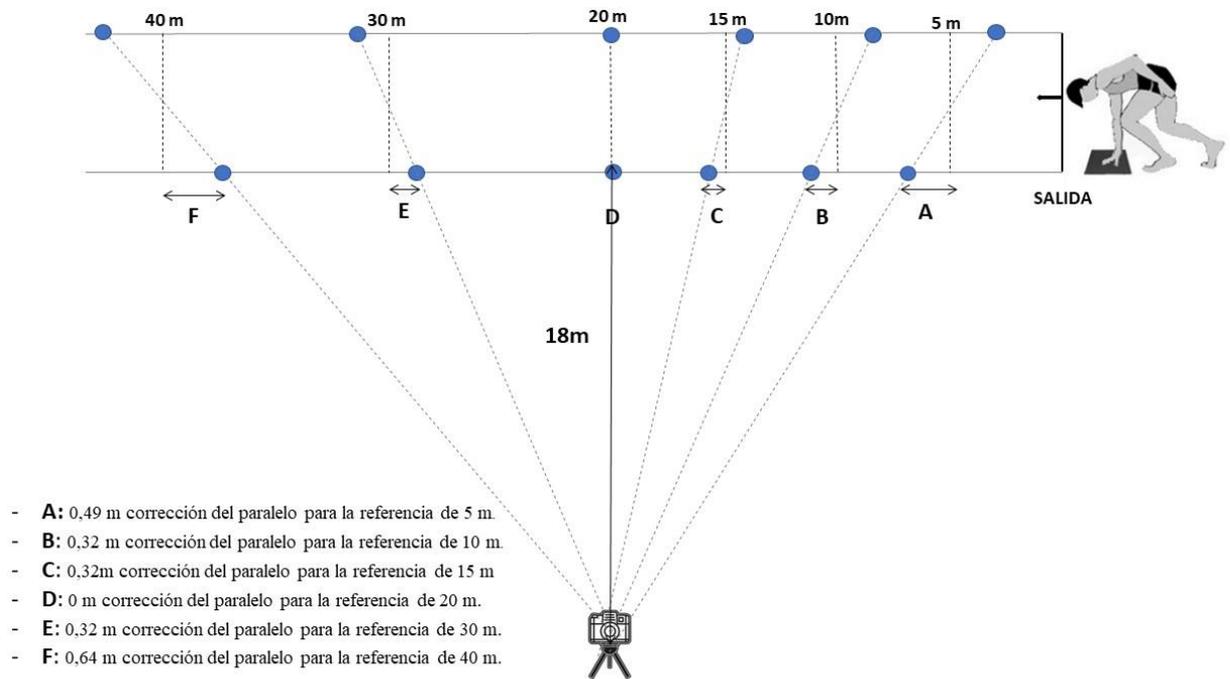


Figura 3. Infografía sobre el procedimiento para la evaluación del perfil F-v horizontal; adaptada de Romero-Franco., et al (2016) (74)

Perfil F-v V

Para su obtención se requiere medir la distancia de empuje vertical (h_{po}), la cual corresponde a la diferencia de longitud entre la posición inicial (distancia que hay entre el trocánter y el suelo en posición de sentadilla a 90°) y el momento de despegue (distancia entre el trocánter y la punta de los pies en posición de flexión plantar) (65), ilustrado en la Figura 4, adaptada de Samozino et al. (2008) (71).

Los jugadores realizarán saltos CMJ con cargas progresivas: 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60% del 1RM (66). Los deportistas realizarán dos repeticiones con cada carga, seleccionando siempre el mejor intento. Para la obtención del perfil, emplearemos la aplicación diseñada para smartphone MyJump2, la cual requiere que cada salto sea grabado y evaluado con el dispositivo móvil posicionado en formato apaisado (70). Así, en base a las ecuaciones

de Samozino et al. (2008) (71), la aplicación nos proporcionará las siguientes variables: altura máxima de salto vertical (cm), F0, V0 y el máximo RF.

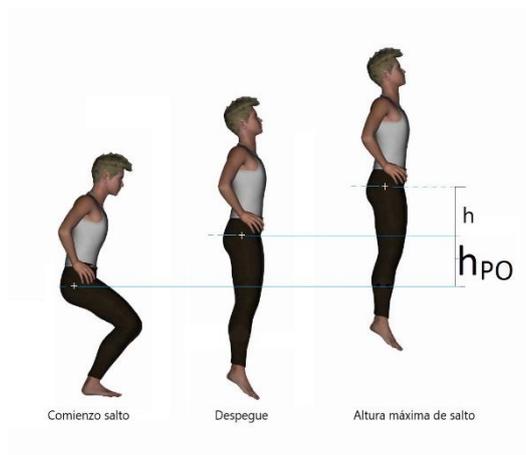


Figura 4. Las tres distancias para el cálculo propuesto de la distancia de empuje vertical; adaptada de Samozino et al. (2008) (71)

Programa de ejercicios

El programa de ejercicios, representado en la tabla (Anexo 7), será incluido como parte del calentamiento, con una duración estimada de 15-20 minutos y un periodo de realización de 12 semanas. El grupo intervención realizará 2 veces a la semana el programa de ejercicios, el cual se dividirá en tres partes; parte 1 (ejercicios de carrera), parte 2 (ejercicios de estabilidad lumbopélvica y fuerza), y parte 3 (ejercicios de velocidad). En la parte 2, el programa progresará en dificultad cada 4 semanas (nivel principiante, nivel medio y nivel alto), de forma similar a estudios previos (6,39,42,45,76–80). Después del mismo, los deportistas realizarán su entrenamiento habitual de fútbol o rugby. A pesar de que la mayoría de los programas no indican tiempos de recuperación entre ejercicios, nuestro programa incluirá una recuperación de 30 segundos de descanso activo que será empleada para cambiar de ejercicio y para que los ejercicios en pareja se puedan realizar de forma alternativa entre jugadores.

Antes de inicio del periodo de intervención, investigador externo, experto en el ámbito deportivo, instruirá a los entrenadores y preparadores físicos de los equipos para garantizar la realización óptima de los mismos, la homogeneidad de criterios y la implicación de los profesionales. Además de esta sesión 0, uno de los investigadores proporcionará su contacto para aclarar posibles dudas, además de contactar semanalmente por vía telefónica para garantizar la realización y seguimiento del programa.

Para las imágenes de la tabla (Anexo 7) se pidió el consentimiento expreso para la publicación de las imágenes de los participantes (Anexo 8)”.

Registro de lesiones

La lesión de la musculatura IT será considerada cuando exista dolor punzante en la zona posterior del muslo durante la práctica deportiva, forzando al deportista a abandonar debido a la imposibilidad de continuar con la actividad. A las 48 h, la lesión será verificada por el médico o fisioterapeuta del equipo a través de una examinación clínica identificando dolor a la palpación, dolor a la contracción y dolor al estiramiento, al igual que se realiza en estudios similares previos (60,81–83). Si fuese necesario, se realizará una ecografía a las 48 horas (84) o resonancia magnética pasadas las 72 horas para confirmar la lesión de la musculatura IT y observar el grado de la lesión (41,60). Se clasificará la lesión según sus tres posibles grados: I) lesión de las fibras del músculo <5% del compartimiento muscular examinado; II) lesión de las fibras del músculo >5%; III) rotura completa del músculo (84).

En el caso de que el club del deportista no tenga médico o fisioterapeuta, se contactará con el Centro de Apoyo Científico al Rendimiento Deportivo (CSUCRE) de las Islas Baleares, donde se realizará la examinación clínica previamente mencionada. Si se estima conveniente, se realizará una ecografía o resonancia para confirmar el grado de la lesión. Todos estos datos se introducirán en una hoja de registro (Anexo 9).

4.5. Análisis estadístico

Las medias y las desviaciones estándar serán obtenidas para la descripción de los datos. Se evaluará la normalidad de los mismos con la prueba de Kolmogorov Smirnov. Para analizar si hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (experimental vs. Control) y entre las mediciones en el tiempo (pre vs. Post), usaremos la T- Student para muestras independientes y un análisis de varianza (ANOVA). Se obtendrán los intervalos de confianza al 95% (IC 95%) y el tamaño del efecto de las diferencias se calculará con la d de Cohen, considerando un efecto pequeño (0,1), moderado (0,3), grande (0,5), muy grande (0,7) y extremadamente grande (0,9) (85), además de los intervalos de confianza al 95% (IC95%). Para observar el valor predictivo de las variables de fuerza del perfil F-v V, del perfil F-v H y el salto vertical máximo se usará la medida de riesgo relativo (RR) y su IC95%. El programa estadístico empleado

para los análisis será el paquete estadístico SPSS para Windows, versión 22 (Chicago, USA), estableciendo un valor de significación de $P > 0,05$. El proceso de análisis estadístico será realizado por un investigador que no tendrá conocimiento de a qué grupo de intervención pertenecen los deportistas.

5. CONSIDERACIONES FINALES

5.1. Posibles limitaciones del estudio y alternativas para minimizarlas

El presente estudio, muestra algunas limitaciones. La primera que encontramos es el sesgo de autoselección debido a que habitualmente un sujeto que se presenta voluntariamente al estudio cuenta con características diferentes al que no se presenta. Unas de estas diferencias presentes son una educación superior y mejores hábitos saludables (86,87). Por lo tanto, la voluntariedad puede llevar a la participación de equipos de rugby y fútbol con mayor formación y mejores hábitos saludables, los cuales tendrán una predisposición a padecer menor número de lesiones de IT.

Otro aspecto a tener en cuenta además de la voluntariedad, es la especificidad de la población debido a que todos son deportistas de fútbol y rugby de la isla de Mallorca. Ambas limitaciones afectarán a la generalización del estudio. Por lo tanto, estas limitaciones deberán ser tenidas en cuenta a pesar de que las evaluaciones empleadas tienen una naturaleza muy transversal y podrían ser empleadas en otros deportes. Como ventaja, sí que obtendremos una gran validez interna en los deportistas de fútbol y rugby de baleares, aunque al realizarlo en jugadores de la misma categoría en fútbol puede que no se obtengan resultados correctos para los jugadores de las diferentes categorías amateur de Mallorca.

Por último, otra limitación que presenta este estudio es el no cegamiento de los participantes en la realización de los ejercicios (88). Al no poder enmascarar el ejercicio en el grupo control la solución será no informar a los deportistas sobre la existencia de otro grupo. Sin embargo, los jugadores no tendrán conocimiento de la existencia de otro grupo para minimizar este sesgo.

5.2. Implicaciones que se espera puedan tener los resultados para la práctica

Los resultados de este estudio podrían mejorar los valores de perfil F-v y una disminución de las lesiones de IT en jugadores de rugby y fútbol. También podría ser útil para

disminuir la incidencia si se demostrara su valor predictivo para lesiones IT. De este modo, y si se demuestra un efecto del programa preventivo para reducir el número de lesiones IT, conseguiremos aumentar el rendimiento deportivo de los jugadores de la liga amateur y también se disminuirá el gasto económico en las ligas, que actualmente es de más de 1 millón de euros anual en la liga amateur del fútbol español (12).

Finalmente, y considerando estas limitaciones, recomendamos a estudios futuros la inclusión de deportistas mujeres como población de estudio, además de incluir población de otras zonas demográficas para aumentar la extrapolación de resultados

6. REFERENCIAS

1. Wan X, Qu F, Garrett WE, Liu H, Yu B. The effect of hamstring flexibility on peak hamstring muscle strain in sprinting. *J Sport Heal Sci.* 2017 Sep 1;6(3):283–9.
2. 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.* 2004 Feb;38(1):36–41.
3. Lord C, Blazevich AJ, Drinkwater EJ, Ma'ayah F. Greater loss of horizontal force after a repeated-sprint test in footballers with a previous hamstring injury. *J Sci Med Sport.* 2019 Jan 1;22(1):16–21.
4. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.* 2006 Aug;34(8):1297–306.
5. 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.
6. van de Hoef PA, Brink MS, Huisstede BMA, van Smeden M, de Vries N, Goedhart EA, et al. Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players? – A cluster-RCT. *Scand J Med Sci Sport.* 2019 Apr 1;29(4):515–23.
7. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. A prospective study of injuries and training amongst the England 2003 Rugby World Cup squad. *Br J Sports Med.* 2005 May 1;39(5):288–93.
8. Van Der Horst N, Smits DW, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJG. The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2015 Jun 3;43(6):1316–23.
9. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Hölmich P. Acute hamstring injuries in Danish elite football: A 12-month prospective registration study among 374 players. *Scand J Med Sci Sport.* 2010 Aug;20(4):588–92.

10. Ekstrand J, Waldén M, Häggglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: A 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med.* 2016 Jun 1;50(12):731–7.
11. Crema MD, Guermazi A, Tol JL, Niu J, Hamilton B, Roemer FW. Acute hamstring injury in football players: Association between anatomical location and extent of injury-A large single-center MRI report. *J Sci Med Sport.* 2016 Apr 1;19(4):317–22.
12. Nouni-Garcia R, Asensio-Garcia MR, Orozco-Beltran D, Lopez-Pineda A, Gil-Guillen VF, Quesada JA, et al. The FIFA 11 programme reduces the costs associated with ankle and hamstring injuries in amateur Spanish football players: A retrospective cohort study. *Eur J Sport Sci.* 2019 Sep 14;19(8):1150–6.
13. Ayala F, López-Valenciano A, Gámez Martín JA, De Ste Croix M, Vera-Garcia FJ, García-Vaquero MDP, et al. A Preventive Model for Hamstring Injuries in Professional Soccer: Learning Algorithms. *Int J Sports Med.* 2019;40(5):344–53.
14. Avrillon S, Hug F, Guilhem G. Bilateral differences in hamstring coordination in previously injured elite athletes. *J Appl Physiol.* 2020;128(3):688–97.
15. Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KAPM. Which Screening Tools Can Predict Injury to the Lower Extremities in Team Sports? *Sport Med.* 2012 Sep;42(9):791–815.
16. Green B, Bourne MN, Pizzari T. Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: A systematic review and meta-analysis. Vol. 52, *British Journal of Sports Medicine.* BMJ Publishing Group; 2018. p. 329–36.
17. Setuain I, Lecumberri P, Izquierdo M. Sprint mechanics return to competition follow-up after hamstring injury on a professional soccer player: A case study with an inertial sensor unit based methodological approach. *J Biomech.* 2017 Oct 3;63:186–91.
18. Dauty M, Menu P, Fouasson-Chailloux A. Hamstring Muscle Injury Prediction by Isokinetic Ratios Depends on the Method Used. *Clin J Sport Med.* 2020 Jan

1;30(1):40–5.

19. Correia P, Santos P, Mil-Homens P, Gomes M, Dias A, Valamatos MJ. Rapid hamstrings to quadriceps ratio at long muscle lengths in professional football players with previous hamstring strain injury. *Eur J Sport Sci.* 2020;
20. Bennell K. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med.* 1998;32(4):309–14.
21. Yeung SS, Suen AMY, Yeung EW. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: Preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med.* 2009;43(8):589–94.
22. Dauty M, Menu P, Fouasson-Chailloux A, Ferréol S, Dubois C. Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016;6(1):116.
23. Grygorowicz M, Michałowska M, Walczak T, Owen A, Grabski JK, Pyda A, et al. Discussion about different cut-off values of conventional hamstring-to-quadriceps ratio used in hamstring injury prediction among professional male football players. *PLoS One.* 2017 Dec 1;12(12).
24. Vigotsky AD, Halperin I, Lehman GJ, Trajano GS, Vieira TM. Interpreting signal amplitudes in surface electromyography studies in sport and rehabilitation sciences. Vol. 8, *Frontiers in Physiology.* Frontiers Media S.A.; 2018.
25. Mendiguchia J, Edouard P, Samozino P, Brughelli M, Cross M, Ross A, et al. Field monitoring of sprinting power–force–velocity profile before, during and after hamstring injury: two case reports. *J Sports Sci.* 2016 Mar 18;34(6):535–41.
26. Bennell K, Tully E, Harvey N. Does the toe-touch test predict hamstring injury in Australian Rules footballers? *Aust J Physiother.* 1999 Jan 1;45(2):103–9.
27. O’Connor S, McCaffrey N, Whyte EF, Fop M, Murphy B, Moran KA. Is Poor Hamstring Flexibility a Risk Factor for Hamstring Injury in Gaelic Games? *J Sport Rehabil.* 2019 Sep 1;28(7):677–81.
28. Hides JA, Brown CT, Penfold L, Stanton WR. Screening the lumbopelvic muscles for a relationship to injury of the quadriceps, hamstrings, and adductor muscles

- among elite australian football league players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41(10):767–75.
29. Schache AG, Wrigley T V., Baker R, Pandy MG. Biomechanical response to hamstring muscle strain injury. *Gait Posture.* 2009 Feb;29(2):332–8.
 30. Franettovich Smith MM, Bonacci J, Mendis MD, Christie C, Rotstein A, Hides JA. Gluteus medius activation during running is a risk factor for season hamstring injuries in elite footballers. *J Sci Med Sport.* 2017 Feb 1;20(2):159–63.
 31. 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.* 2007;40(16):3555–62.
 32. Lehnert M, Croix MDS, Xaverova Z, Botek M, Varekova R, Zaatar A, et al. Changes in Injury Risk Mechanisms after Soccer-Specific Fatigue in Male Youth Soccer Players. *J Hum Kinet.* 2018;62(1):33–42.
 33. Verschueren J, Tassignon B, De Pauw K, Proost M, Teugels A, Van Cutsem J, et al. Does Acute Fatigue Negatively Affect Intrinsic Risk Factors of the Lower Extremity Injury Risk Profile? A Systematic and Critical Review. Vol. 50, *Sports Medicine.* Springer; 2020. p. 767–84.
 34. Wollin M, Thorborg K, Pizzari T. The acute effect of match play on hamstring strength and lower limb flexibility in elite youth football players. *Scand J Med Sci Sport.* 2017 Mar 1;27(3):282–8.
 35. Small K, McNaughton LR, Greig M, Lohkamp M, Lovell R. Soccer fatigue, sprinting and hamstring injury risk. *Int J Sports Med.* 2009;30(8):573–8.
 36. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 47, *Sports Medicine.* Springer International Publishing; 2017. p. 907–16.
 37. Porter T, Rushton A. The efficacy of exercise in preventing injury in adult male football: a systematic review of randomised controlled trials. Vol. 1, *Sports Medicine - Open.* Springer; 2015.

38. Vatovec R, Kozinc Ž, Šarabon N. Exercise interventions to prevent hamstring injuries in athletes: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Sport Science*. Taylor and Francis Ltd.; 2019.
39. Grooms DR, Palmer T, Onate JA, Myer GD, Grindstaff T. Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players. *J Athl Train*. 2013 Nov;48(6):782–9.
40. Sadigursky D, Braid JA, De Lira DNL, Machado BAB, Carneiro RJF, Colavolpe PO. The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: A systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2017 Nov 28;9(1).
41. Bourne MN, Timmins RG, Opar DA, Pizzari T, Ruddy JD, Sims C, et al. An Evidence-Based Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Injury. Vol. 48, *Sports Medicine*. Springer International Publishing; 2018. p. 251–67.
42. Elerian AE, El-Sayyad MM, Dorgham HAA. Effect of pre-training and post-training Nordic exercise on hamstring injury prevention, recurrence, and severity in soccer players. *Ann Rehabil Med*. 2019;43(4):465–73.
43. Sconce E, Jones P, Turner E, Comfort P, Graham-Smith P. The validity of the nordic hamstring lower for a field-based assessment of eccentric hamstring strength. *J Sport Rehabil*. 2015;24(1):13–20.
44. Van De Hoef S, Huisstede BMA, Brink MS, De Vries N, Goedhart EA, Backx FJG. The preventive effect of the bounding exercise programme on hamstring injuries in amateur soccer players: The design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Aug 22;18(1).
45. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MB, Bartels EM, Rathleff MS. Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: A systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. Vol. 51, *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group; 2017. p. 562–71.
46. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer

- player. *Am J Sports Med.* 2015 Nov 1;43(11):2628–37.
47. Van Beijsterveldt AMC, Van De Port IGL, Krist MR, Schmikli SL, Stubbe JH, Frederiks JE, et al. Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: A cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2012 Dec;46(16):1114–8.
 48. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. Vol. 41, *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism.* National Research Council of Canada; 2015. p. 1–11.
 49. Gabbe BJ, Branson R, Bennell KL. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *J Sci Med Sport.* 2006 May;9(1–2):103–9.
 50. Stiller CH, Maher SF, Qu X. Effects of Implementing Nordic Hamstring Exercises for Semi-professional Soccer Players in Akershus , Norway Christian Sebelien , PT , MSPT.
 51. Bacurau RFP, De Assis Monteiro G, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res.* 2009 Jan;23(1):304–8.
 52. Samozino P, Edouard P, Sangnier S, Brughelli M, Gimenez P, Morin JB. Force-velocity profile: Imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *Int J Sports Med.* 2014;35(6):505–10.
 53. Jiménez-Reyes P, Garcia-Ramos A, Párraga-Montilla JA, Morcillo-Losa JA, Cuadrado-Peñafiel V, Castaño-Zambudio A, et al. Seasonal Changes in the Sprint Acceleration Force-Velocity Profile of Elite Male Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2020 Feb;1.
 54. Bobbert MF, Gerritsen KGM, Litjens MCA, Van Soest AJ. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(11):1402–12.
 55. Ramírez-López C, Till K, Sawczuk T, Giuliano P, Peeters A, Beasley G, et al. A multi-nation examination of the fatigue and recovery time course during the

- inaugural Under-18 Six Nations rugby union competition. *J Sports Sci.* 2020 Mar 18;38(6):644–51.
56. Gathercole RJ, Sporer BC, Stellingwerff T, Sleivert GG. Comparison of the capacity of different jump and sprint field tests to detect neuromuscular fatigue. *J Strength Cond Res.* 2015 Sep 8;29(9):2522–31.
57. Cuschieri S. The CONSORT statement. Vol. 13, *Saudi Journal of Anaesthesia.* Wolters Kluwer Medknow Publications; 2019. p. S27–30.
58. Software público-GRANMO - IMIM Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques [Internet]. [cited 2020 May 4]. Available from: https://www.imim.cat/ofertadeserveis/es_granmo.html
59. Marrugat J, Vila J, Pavesi M, Sanz F. ESTADÍSTICA EN MEDICINA Estimación del tamaño de la muestra en la investigación clínica y epidemiológica. *Med Clin (Barc)* 1998; 111: 267-276
60. Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, Martinez-Martinez F, Idoate F, et al. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(7):1482–92.
61. Hasebe Y, Akasaka K, Otsudo T, Tachibana Y, Hall T, Yamamoto M. Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med.* 2020 Mar 1;41(3):154–60.
62. Malliaropoulos N, Bikos G, Meke M, Vasileios K, Valle X, Lohrer H, et al. Higher frequency of hamstring injuries in elite track and field athletes who had a previous injury to the ankle - a 17 years observational cohort study. *J Foot Ankle Res.* 2018 Feb 26;11(1).
63. Licencias | CSD - Consejo Superior de Deportes. Available from: <https://www.csd.gob.es/es/federaciones-y-asociaciones/federaciones-deportivas-espanolas/licencias>
64. Urbaniak, G., & Plous, S. (2013). Research randomizer (version 4.0)[computer software]. 2013. Retrieved on: from <http://www.randomizer.org/>(accessed May 4, 2020).

65. Jiménez-Reyes P, Samozino P, Pareja-Blanco F, Conceição F, Cuadrado-Peñafiel V, González-Badillo JJ, et al. Validity of a simple method for measuring force-velocity-power profile in countermovement jump. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(1):36–43.
66. Giroux C, Rabita G, Chollet D, Guilhem G. What is the best method for assessing lower limb force-velocity relationship? *Int J Sports Med.* 2014 Sep 26;36(2):143–9.
67. Jiménez-Reyes P, González-Badillo JJ. Control de la carga de entrenamiento a través del CMJ en pruebas de velocidad y saltos para optimizar el rendimiento deportivo en atletismo. (Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics). *Cultura_Ciencia_Deporte.* 2011 Nov 1;6(18):207–17.
68. Wu PPY, Sterkenburg N, Everett K, Chapman DW, White N, Mengersen K. Predicting fatigue using countermovement jump force-time signatures: PCA can distinguish neuromuscular versus metabolic fatigue. *PLoS One.* 2019;14(7).
69. Fitzpatrick JF, Hicks KM, Russell M, Hayes PR. The Reliability of Potential Fatigue-Monitoring Measures in Elite Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2019 Sep;1.
70. Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci.* 2015;33(15):1574–9.
71. Samozino P, Morin JB, Hintzy F, Belli A. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *J Biomech.* 2008 Oct 20;41(14):2940–5.
72. Balsalobre-Fernández C, Tejero-González CM, Campo-Vecino J Del, Bavaresco N. The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *J Strength Cond Res.* 2014;28(2):528–33.
73. Brownstein CG, Ansdell P, Skarabot J, McHugh MP, Howatson G, Goodall S, et

- al. The effect of phase change material on recovery of neuromuscular function following competitive soccer match-play. *Front Physiol.* 2019;10(JUN).
74. Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P, Castaño-Zambudio A, Capelo-Ramírez F, Rodríguez-Juan JJ, González-Hernández J, et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci.* 2017 Apr 21;17(4):386–92.
75. Samozino P, Rabita G, Dorel S, Slawinski J, Peyrot N, Saez de Villarreal E, et al. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sport.* 2016 Jun 1;26(6):648–58.
76. Driver C, Kean B, Oprescu F, Lovell GP. Knowledge, behaviors, attitudes and beliefs of physiotherapists towards the use of psychological interventions in physiotherapy practice: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2017 Oct 23;39(22):2237–49.
77. Cahill MJ, Oliver JL, Cronin JB, Clark KP, Cross MR, Lloyd RS. Influence of resisted sled-push training on the sprint force-velocity profile of male high school athletes. *Scand J Med Sci Sport.* 2020 Mar 1;30(3):442–9.
78. Jaggars JR, Swank AM, Frost KL, Lee CD. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *J Strength Cond Res.* 2008;22(6):1844–9.
79. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2009 Jan 10;338(7686):95–9.
80. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: Cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012 May 26;344(7858).
81. Van Dyk N, Bahr R, Burnett AF, Whiteley R, Bakken A, Mosler A, et al. A comprehensive strength testing protocol offers no clinical value in predicting risk of hamstring injury: A prospective cohort study of 413 professional football players. *Br J Sports Med.* 2017 Dec 1;51(23):1695–702.

82. van Dyk N, Farooq A, Bahr R, Witvrouw E. Hamstring and Ankle Flexibility Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Cohort Study of 438 Players Including 78 Injuries. *Am J Sports Med.* 2018 Jul 1;46(9):2203–10.
83. Reiman MP, Loudon JK, Goode AP. Diagnostic accuracy of clinical tests for assessment of hamstring injury: A systematic review. Vol. 43, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* Movement Science Media; 2013. p. 222–31.
84. Draghi F, Zacchino M, Canepari M, Nucci P, Alessandrino F. Muscle injuries: Ultrasound evaluation in the acute phase. Vol. 16, *Journal of Ultrasound.* J Ultrasound; 2013. p. 209–14.
85. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. Vol. 41, *Medicine and Science in Sports and Exercise.* Med Sci Sports Exerc; 2009. p. 3–12.
86. Oswald LM, Wand GS, Zhu S, Selby V. Volunteerism and self-selection bias in human positron emission tomography neuroimaging research. *Brain Imaging Behav.* 2013;7(2):163–76.
87. Rosnow RL, Rosenthal R. Volunteer Subjects and the Results of Opinion Change Studies. *Psychol Rep.* 1966 Dec 31;19(3_suppl):1183–7.
88. Letelier S LM, Manríquez M JJ, Claro GA JC. El «ciego» en los ensayos clínicos ¿importa? *Rev Med Chil.* 2004 Sep;132(9):1137–9.

Anexo 2: Lista de comprobación CONSORT



CONSORT 2010 lista de comprobación de la información que hay que incluir al comunicar un ensayo clínico aleatorizado*

Sección/Tema	Ítem No	Ítem de la liste de comprobación	Informado en página n°
Título y resumen			
	1 ^a	Identificado como un ensayo aleatorizado en el título	1
	1b	Resumen estructurado del diseño, métodos, resultados y conclusiones del ensayo (para una orientación específica, véase “CONSORT for abstracts”)	5-7
Introducción			
Antecedentes objetivo	y 2a	Antecedentes científicos y justificación	13-19
	2b	Objetivos específicos o hipótesis	20-21
Método			
Diseño del ensayo	3a	Descripción del diseño del ensayo (p. ej., paralelo, factorial), incluida la razón de asignación	22
	3b	Cambios importantes en los métodos después de iniciar el ensayo (p. ej., criterios de selección) y su justificación	-
Participantes	4a	Criterios de selección de los participantes	23
	4b	Procedencia (centros e instituciones) en que se registraron los datos	23
Intervención	5	Las intervenciones para cada grupo con detalles suficientes para permitir la replicación, incluidos cómo y cuándo se administraron realmente	30-31
Resultados	6a	Especificación a priori de las variables respuesta (o desenlace) principal(es) y secundarias, incluidos cómo y cuándo se evaluaron	-
	6b	Cualquier cambio en las variables respuesta tras el inicio del ensayo, junto con los motivos de la(s) modificación(es)	-
Tamaño muestral	7a	Cómo se determinó el tamaño muestral	22-23
	7b	Si corresponde, explicar cualquier análisis intermedio y las reglas de interrupción	-

Aleatorización:

Generación de la secuencia	8a	Método utilizado para generar la secuencia de asignación aleatoria	23
	8b	Tipo de aleatorización; detalles de cualquier restricción (como bloques y tamaño de los bloques)	22-23
Mecanismo de ocultación de la asignación Implementación	9	Mecanismo utilizado para implementar la secuencia de asignación aleatoria (como contenedores numerados de modo secuencial), describiendo los pasos realizados para ocultar la secuencia hasta que se asignaron las intervenciones	23
	10	Quién generó la secuencia de asignación aleatoria, quién seleccionó a los participantes y quién asignó los participantes a las intervenciones	23
Enmascaramiento	11a	Si se realizó, a quién se mantuvo cegado después de asignar las intervenciones (p. ej., participantes, cuidadores, evaluadores del resultado) y de qué modo	22, 23, 25, 30, 31 y 32
	11b	Si es relevante, descripción de la similitud de las intervenciones	-
Métodos estadísticos	12a	Métodos estadísticos utilizados para comparar los grupos en cuanto a la variable respuesta principal y las secundarias	31-32
	12b	Métodos de análisis adicionales, como análisis de subgrupos y análisis ajustados	-
Resultados			
Flujo de participantes (se recomienda encarecidamente un diagrama de flujo)	13a	Para cada grupo, el número de participantes que se asignaron aleatoriamente, que recibieron el tratamiento propuesto y que se incluyeron en el análisis principal	-
	13b	Para cada grupo, pérdidas y exclusiones después de la aleatorización, junto con los motivos	-
Reclutamiento	14a	Fechas que definen los períodos de reclutamiento y de seguimiento	-
	14b	Causa de la finalización o de la interrupción del ensayo	-
Datos basales	15	Una tabla que muestre las características basales demográficas y clínicas para cada grupo	-
Números analizados	16	Para cada grupo, número de participantes (denominador) incluidos en cada análisis y si el análisis se basó en los grupos inicialmente asignados	-
Resultados estimación.	y 17a	Para cada respuesta o resultado final principal y secundario, los resultados para cada grupo, el tamaño del efecto estimado y su precisión (como intervalo de confianza del 95%)	-

	17b	Para las respuestas dicotómicas, se recomienda la presentación de los tamaños del efecto tanto absoluto como relativo	-
Análisis secundarios	18	Resultados de cualquier otro análisis realizado, incluido el análisis de subgrupos y los análisis ajustados, diferenciando entre los especificados a priori y los exploratorios	-
Daños (perjuicios)	19	Todos los daños (perjuicios) o efectos no intencionados en cada grupo (para una orientación específica, véase "CONSORT for harms")	-
Discusión			
Limitaciones	20	Limitaciones del estudio, abordando las fuentes de posibles sesgos, las de imprecisión y, si procede, la multiplicidad de análisis	32-33
Generalización	21	Posibilidad de generalización (validez externa, aplicabilidad) de los hallazgos del ensayo	32-33
Interpretación	22	Interpretación consistente con los resultados, con balance de beneficios y daños, y considerando otras evidencias relevantes	-
Otra información			
Registro	23	Número de registro y nombre del registro de ensayos	24
Protocolo	24	Dónde puede accederse al protocolo completo del ensayo, si está disponible	-
Financiación	25	Fuentes de financiación y otras ayudas (como suministro de medicamentos), papel de los financiadores	22

* Recomendamos de modo encarecido leer esta lista de comprobación junto con "the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration" para aclarar dudas importantes sobre todos los ítems. Si procede, también recomendamos leer las extensiones de CONSORT para ensayos aleatorizados por conglomerados, ensayos de no-inferioridad y equivalencia, tratamientos no farmacológicos, intervenciones de medicamentos herbales y ensayos pragmáticos. Se están preparando otras extensiones: para éstas y para referencias actualizadas relevantes, relacionadas con esta lista de verificación, véase www.consort-statement.org

Anexo 3: Hoja de información

Predicción y prevención de las lesiones de la musculatura isquiotibial: un estudio cuasiexperimental aleatorizado prospectivo.

En este estudio al inicio de la temporada y tras 12 semanas de la realización de un programa de ejercicios preventivos, se llevará a cabo la medición de la altura del salto, del perfil fuerza velocidad vertical (F-v V) y horizontal (F-v H) de los jugadores de fútbol y rugby de la liga amateur de la isla de Mallorca. Antes de la realización de los test, se registrarán datos sociodemográficos y antropométricos de los participantes. Una semana antes a la realización de los test, los deportistas ejecutarán una fase de familiarización, la cual consistirá en un calentamiento de 15 minutos, 5 minutos de carrera continua, seguido de 10 minutos de diferentes ejercicios; estiramientos balísticos, sentadillas, estocadas, skipping y saltos verticales (CMJ), seguidamente realizarán los diferentes test (CMJ sin carga y CMJ con cargas progresivas), a excepción del test de perfil F-v h (40 m sprint). Pasada la semana se llevará a cabo las mediciones de los test, los deportistas realizarán el mismo calentamiento de la fase de familiarización. Después, en orden aleatorio y guiados por un investigador se realizarán los diferentes test.

Por otra parte, durante 12 semanas se programarán unos ejercicios preventivos como parte del calentamiento rutinario de los deportistas, a realizarlos 2 veces por semana. Estos ejercicios, lo realizará el grupo intervención con asignación aleatoria, de modo que el grupo control realizará un calentamiento rutinario. Ambos grupos recibirán un seminario educacional de 20 minutos sobre la importancia de la prevención de lesiones.

Todas estas mediciones serán llevadas a cabo en las instalaciones deportivas de cada club. Los test se realizarán en grupos de 4 cada 15 minutos para evitar aglomeraciones. Además, semanalmente durante la temporada se realizará un seguimiento de las lesiones de la musculatura isquiotibial (IT), a través del contacto con el médico, fisioterapeuta o entrenador de cada equipo.

Objetivos del estudio: Evaluar la influencia de un calentamiento con ejercicios de carrera, fuerza, estabilidad lumbopélvica, estiramientos balísticos y carrera a alta velocidad en la prevención de la lesión IT y en los valores de perfil F-v V y F-v H en rugby y fútbol.

Consecuencias y riesgos: Ninguno, por su realización o no realización del estudio.

Anexo 4. Consentimiento informado

Este documento tiene como finalidad dejar constancia de que usted ha otorgado su consentimiento a la aplicación del procedimiento arriba mencionado. Por tanto, nos autoriza a intervenir en los términos acordados previamente. Antes de firmar este documento, usted debe haber sido informado de forma verbal y por escrito sobre el procedimiento que le aplicarán.

D/Dña: _____ con DNI: _____

(sólo a rellenar en el caso de deportista menor de edad)

Padre/madre/tutor legal del atleta D/Dña: _____ con DNI: _____

DECLARO que:

Estoy conforme con el procedimiento que me han propuesto y que he recibido y comprendido satisfactoriamente toda la información que considero necesaria para adoptar mi decisión. Asimismo, se me ha informado sobre mi derecho a retirar mi consentimiento en el momento en que lo considere oportuno, sin obligación de justificarlo y sin consecuencia adversa para mí.

También manifiesto que se me ha informado sobre mi derecho a solicitar más información complementaria en caso de que lo necesite y a que no se practique ningún procedimiento adicional, salvo aquellos de los que he sido informado, para el que doy mi aprobación, salvo que sea estrictamente necesario para salvar mi vida o evitar algún daño irreparable en mi salud.

Para cualquier duda o aclaración puede dirigirse al investigador principal del estudio: Andreu Sastre Munar (Fisioterapeuta del Centro de Tecnificación de la Fundación de Deporte de las Islas Baleares), e-mail: andreu.sastre1@estudioant.uib.cat Tfno: 630832149

Fecha: _____ Firma: _____

En cumplimiento de lo que dispone la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, informamos que los datos recogidos serán incluidos en uno o más ficheros gestionados por la UIB en el registro de la actividad de tratamiento habilitado a tal efecto, la finalidad del cual es gestionar su solicitud. Los datos facilitados son necesarios para cumplir con la finalidad mencionada. Por tanto, el hecho de no obtenerlos impediría conseguirla.

La UIB es la responsable del tratamiento de los datos y como tal, os garantiza los derechos de acceso, rectificación, oposición, supresión, portabilidad y limitación del tratamiento en cuanto a los datos facilitados. Para ejercer los derechos indicados, debe dirigirse por escrito a: Universidad de las Islas Baleares, Secretaría General, a la atención de la delegada de protección de datos, cra. De Valldemossa, km 7,5, 07122 Palma (Islas Baleares). Del mismo modo, la UIB se compromete a respetar la confidencialidad de sus datos y utilizarlas de acuerdo con el fin de ficheros.

Anexo 5. Registro de Actividades de Tratamiento



Universitat
de les Illes Balears

Registre d'activitats de tractament

Nom del fitxer

Predicción y prevención de las lesiones de la musculatura isquiotibial, estudio cuasiexperimental aleatorizado
nonconcurrentium

Responsable funcional

Nom i cognoms	Andreu Sastre Munar
Càrrec	Alumno
E-mail	andreusastremunar@hotmail.com
Tèlèfon	630832149

Delegada de protecció de dades

Nom i cognoms	Catalina Pou
E-mail	dpo@uib.es
Tèlèfon i extensió	971 25 97 93

Finalitats del tractament

predecir y reducir el número de lesiones de la musculatura isquiotibial, a la vez que se reducir el gasto económico y aumentar el rendimiento del deportista.

Base jurídica del tractament

- Consentiment de la persona interessada o del seu representant
- Execució d'un contracte en què la persona interessada n'és part
- Defensa d'interessos vitals de la persona titular de les dades o de terceres persones
- Compliment d'una obligació legal del responsable del tractament
- Compliment de missió realitzada en interès públic o en exercici de poders públics del responsable del tractament
- Satisfacció d'interessos legítims del responsable del tractament o d'una tercera persona

- Les dades es conservaran durant el temps que sigui estrictament necessari per a complir amb la finalitat per a la qual es van recaptar i per a determinar possibles responsabilitats que es poguessin derivar d'aquesta finalitat i del tractament de les dades. Serà aplicable el que es disposa en la normativa d'arxius i documentació.

(Indicau un altre termini)

Categories de persones interessades

- Personal d'administració i serveis
- Personal docent i Investigador
- Alumnes de la UIB
- Altres

Dades personals objecte de tractament

Dades identificatives

- | | | |
|---|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Nom i cognoms | <input checked="" type="checkbox"/> DNI/NIE/NIF | <input type="checkbox"/> Núm. de Seguretat Social |
| <input type="checkbox"/> Telèfon fix | <input type="checkbox"/> Telèfon mòbil | <input checked="" type="checkbox"/> Signatura manuscrita |
| <input type="checkbox"/> Imatge | <input type="checkbox"/> Veu | <input type="checkbox"/> Signatura electrònica |
| <input type="checkbox"/> Adreça postal | <input type="checkbox"/> Adreça electrònica | <input type="checkbox"/> Dades de geolocalització |
| <input type="checkbox"/> Adreça IP | <input checked="" type="checkbox"/> Característiques físiques | <input type="checkbox"/> Targeta sanitària |

Altres dades recollides:

Dades personals

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Lloc de naixement | <input type="checkbox"/> Nombre de fills | <input checked="" type="checkbox"/> Data de naixement |
| <input type="checkbox"/> Estat civil | <input type="checkbox"/> Nacionalitat | <input checked="" type="checkbox"/> Sexe |
| <input type="checkbox"/> Llengua materna | <input type="checkbox"/> Edat | |

Altres dades recollides

Dades socials

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Allotjament/Habitatge | <input type="checkbox"/> Propietats/Possessions | <input type="checkbox"/> Llicències, permisos, autoritzacions |
|--|---|---|

Altres dades recollides

Dades acadèmiques i professionals

- Formació/Titulacions Historial acadèmic Experiència professional

Altres dades recollides

Dades d'ocupació

- Categoria laboral Cos/Escala Lloc de treball
 Llicències/Permisos Historial laboral Situació d'atur

Altres dades recollides

Dades econòmiques i financeres

- Ingressos/Rendes Crèdits/Préstecs/Avals Dades bancàries
 Assegurances Dades de la nòmina Hipoteques
 Imposts/Deduccions Plans de pensions/ jubilació

Altres dades recollides

Categories especials de dades

- Afillació sindical Dades de salut Vida sexual
 Origen ètnic o racial Dades biomètriques Orientació sexual
 Opinió política Dades genètiques Estat fisiològic
 Conviccions religioses Necessitats educatives especials

Altres dades

- Condemnes o infraccions penals Condemnes o infraccions administratives

Altres dades

Procedència de les dades

- De les persones interessades o del seu representant legal
 D'altres persones físiques diferents de la persona interessada
 D'administracions públiques
 De registres públics

D'entitats privades

Altres procedències

Procediment de recollida

Formularis en paper Formularis electrònics Enquestes

Altres procediments de recollida

Sistema de tractament

Manual Automatitzat Parcialment automatitzat

Tranferències internacionals

No
 Sí. Indica la informació següent

Destinatari

Base jurídica

Encarregats del tractament

Cal indicar el nom complet de l'encarregat i l'objecte del contracte/conveni

Andreu Sastre Munar

Natalia Romero Franco

Mesures tècniques i organitzatives

- Còpies de les dades
- Minimització de les dades
- Xifratge o codificació de la informació
- Anonimització o pseudonimització de les dades
- Control i registre d'accessos
- Relació de personal autoritzat
- Registre de violacions de seguretat
- Limitació del temps de conservació de les dades

- En cas d'incident s'han determinat procediments per restaurar la disponibilitat i l'accés a les dades

Altres mesures tècniques i organitzatives

- Es tracten dades de persones menors d'edat
- Es tracten dades de menors de 14 anys
- La finalitat del tractament és elaborar perfils personals
- Es tracten dades a gran escala
- Es preveu la transferència internacional de dades
- Es tracten dades de categories especials (salut, afiliació sindical, origen racial o ètnic, dades biomètriques, conviccions religioses o fisiològiques, opinions polítiques, dades sobre la vida i l'orientació sexual)
- S'han utilitzat processos de dissociació o pseudonimització de la informació
- Implica l'ús de tecnologies que es poden percebre com a especialment intrusives per a la privacitat.

Altres escenaris de riscos

Segons l'escenari de riscos, cal fer una avaluació d'impacte Sí No

Palma,

El/la responsable del tractament,

La delegada de protecció de dades,

«En compliment del que disposa la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de Protecció de Dades Personals i garantia dels drets digitals, us informem que les dades recollides seran incloses en un o més fitxers gestionats per la UIB en el registre de l'activitat de tractament habilitat a l'efecte, la finalitat dels quals és gestionar la vostra sol·licitud. Les dades sol·licitades són necessàries per complir amb la finalitat esmentada i, per tant, el fet de no obtenir-les impedeix aconseguir-la.»

La UIB és la responsable del tractament de les dades i com a tal us garanteix els drets d'accés, rectificació, oposició, supressió, portabilitat i limitació del tractament quant a les dades facilitades. Per exercir els drets indicats us heu d'adreçar per escrit a: Universitat de les Illes Balears, Secretaria General, a l'atenció de la delegada de protecció de dades, c/ra. de Valldemossa, km 7,5, 07122 Palma (Illes Balears). De la mateixa manera, la UIB es compromet a respectar la confidencialitat de les vostres dades i a utilitzar-les d'acord amb la finalitat dels fitxers.»

Anexo 6. Hoja de recogida de datos.

Predicción y prevención de las lesiones de la musculatura isquiotibial: un estudio cuasiexperimental aleatorizado prospectivo.

Número de licencia federativa:

Apellidos:

Estatura:

Peso:

Distancia de empuje vertical (hpo):

Fecha de nacimiento:

Pierna dominante (aquella con la que golpeas una pelota): derecha / izquierda

Deporte:

Club:

Años de experiencia en tu deporte:

Posición de juego:

¿Has sufrido alguna lesión en los últimos 6 meses? Si / No

En caso afirmativo, especifica cuál, si requirió intervención quirúrgica y cuándo te ocurrió:

¿Has sufrido otras lesiones importantes a lo largo de tu carrera deportiva?

Si / No

En caso afirmativo, especifica cuál, si requirió intervención quirúrgica y cuándo te ocurrió:

Anexo 7. Programa de ejercicios

El programa de ejercicios preventivos se realizará en el campo de entrenamiento como representa la Figura 5 y constará de ejercicios divididos en tres partes:

Parte 1 (ejercicios de carrera): carrera, movilidad articular y propiocepción. Los ejercicios se harán en parejas, empleando para los desplazamientos un recorrido de 40 m.

Parte 2: ejercicios de estabilidad lumbopélvica y fuerza.

Parte 3 (ejercicios de velocidad): estiramientos balísticos, carreras de velocidad y cambios de dirección. Los ejercicios se harán en parejas, empleando para los desplazamientos el mismo recorrido de 40 m que en la Parte 1, a excepción del ejercicio 3.4 que realizará parte del ejercicio hasta la marca azul.

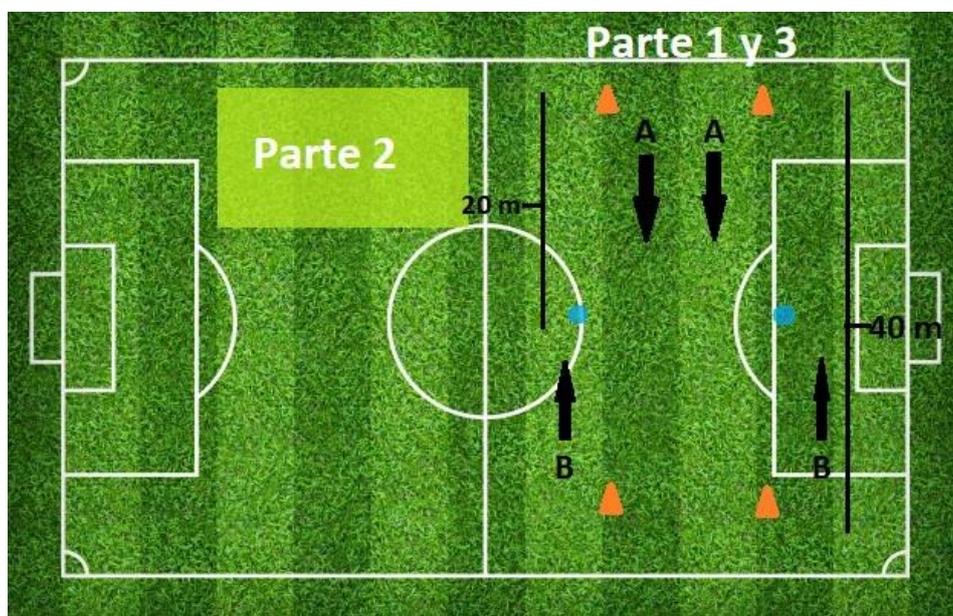


Figura 5. Configuración del campo donde se realizarán las partes del calentamiento. Elaboración propia.

Para las partes 1 y 3, los ejercicios se realizarán en el recorrido de ida (“A”) y la recuperación, en el recorrido de vuelta (“B”). En la parte 1, el recorrido de vuelta (“B”) se realizará corriendo incrementando la velocidad a medida que los jugadores vayan aumentando su temperatura muscular, en cambio, en la parte 3 el recorrido B se realizará en carrera suave. Por otro lado, los ejercicios de la parte 2 se realizarán en una zona delimitada, de este modo el entrenador, preparador físico o fisioterapeuta del equipo podrán supervisar los ejercicios.

Tabla. Descripción de los ejercicios del programa.

Parte 1. Ejercicios de carrera.	
<p>1.1 Carrera.</p> <p>Correr de cono a cono (40 m) en línea recta. Incrementar progresivamente la velocidad de carrera en cada serie.</p>  <p>2 series</p>	<p>1.2 Carrera hacia atrás.</p> <p>Realizar carrera suave hacia atrás de cono a cono.</p>  <p>2 series</p>
<p>1.3 Cadera hacia dentro.</p> <p>Desplazamiento en carrera de cono a cono, cada tres pasos de forma alterna los jugadores realizarán un movimiento de aducción coxofemoral con cadera y rodilla flexionada a 90°.</p>  <p>2 series</p>	<p>1.4 Cadera hacia fuera.</p> <p>Desplazamiento en carrera de cono a cono, cada tres pasos de forma alterna los jugadores realizarán un movimiento de abducción coxofemoral con cadera y rodilla flexionada a 90°.</p>  <p>2 series</p>
<p>1.5 Carrera lateral.</p> <p>Como muestra la imagen realizar carrera lateral, una serie por un lado y la segunda hacia el otro.</p>  <p>2 series de 40 m</p>	<p>1.6 Mano pie.</p> <p>En carrera suave, los jugadores realizarán una flexión de cadera con rodilla extendida, al mismo tiempo que intentan tocar con su mano la punta del pie contralateral.</p>  <p>2 series de 40 m</p>

1.7 Carrera y salto con apoyo monopodal

Desplazamiento en carrera de cono a cono, cada cuatro pasos de forma alterna los jugadores realizarán un pequeño salto en diagonal cayendo con la pierna contraria a la del impulso e intentarán mantener el equilibrio.



2 series

Parte 2. Ejercicios de estabilidad lumbopélvica y fuerza.

2.1 Tabla frontal.

Decúbito prono apoyarse en antebrazos y pies, manteniendo parte superior del cuerpo, pelvis y piernas en línea sin tocar el suelo.



3 series de 30 segundos (nivel principiante)

3 series de 40 segundos (nivel medio)

2 series de 60 segundos (nivel alto)

30 segundos de recuperación entre series

2.2 Tabla lateral.

Decúbito lateral con piernas extendidas, apoyarse en el antebrazo y pie más cercano al suelo, levantar parte superior y mantener pelvis en línea sin tocar el suelo.



3 series de 30 segundos (nivel principiante)

3 series de 40 segundos (nivel medio)

2 series de 60 segundos (nivel alto)

30 segundos de recuperación entre series

2.3 Puente invertido.

Decúbito supino con rodillas flexionadas y plantas del pie en el suelo levantar la cadera.



Nivel principiante/medio

nivel alto

2 series de 10 repeticiones (nivel principiante)

2 series de 15 repeticiones (nivel medio)

2 series de 10 repeticiones a una pierna (nivel alto)

30'' segundos de recuperación entre series

2.4 Nordic Hamstring Exercise (NHE)

Desde el punto de partida de la imagen, manteniendo el cuerpo recto desde las rodillas a la cabeza, déjese caer inclinándose hacia adelante y en el momento que no pueda mantener la posición déjese caer apoyando sus manos en el suelo.



2 series 3-5 rep (nivel principiante)

2 series 7-10 rep (nivel medio)

2 series 12-15 rep (nivel alto)

30 segundos de recuperación entre series

2.5 Equilibrio a una pierna.

Mantener la posición de la imagen según los diferentes niveles; nivel 1 sin perturbaciones, nivel 2 lanzando y recibiendo el balón y nivel 3 mientras el compañero realiza pequeñas desestabilizaciones en todas direcciones.



Nivel principiante



Nivel alto



Nivel medio

2 series de 30 segundos

30 segundos de recuperación entre series

2.6 Sentadilla.

En bipedestación con los pies con la misma separación que los hombros, realizar una flexión de cadera, rodillas y tobillos hasta los 90° y volver a la posición inicial.



2 series de 10 repeticiones (nivel principiante)

2 series de 15 repeticiones (nivel medio)

2 series de 20 repeticiones (nivel alto)

30 segundos de recuperación entre series

2.7 Saltos verticales.

En bipedestación con los pies con la misma separación que los hombros, realizar una flexión de cadera, rodillas y tobillos hasta los 90° y un salto en contramovimiento lo más alto posible.



2 series de 10 segundos
(nivel principiante)

2 series de 20 segundos
(nivel medio)

2 series de 30 segundos
(nivel alto)

30 segundos de recuperación entre series

Parte 3: Ejercicios de velocidad

3.1 Estiramiento balístico con flexión de cadera y flexión de rodilla.

Como muestra la imagen en parejas y en apoyo monopodal, realizar una flexión de cadera, rodilla y tobillo seguida de una extensión de las mismas. Realizar de forma progresiva en velocidad y en rango articular.



2 series 15 rep (por lado)

3.2 estiramiento balístico flexión de cadera con extensión de rodilla.

Como muestra la imagen en parejas y en apoyo monopodal, realizar una flexión de cadera con rodilla extendida y tobillo en flexión seguida de una extensión de las mismas. Realizar de forma progresiva en velocidad y en rango articular.



2 series 15 rep (por lado)

3.3 Saltos de triple.

Tomando algunos pasos previos de preparación y llevando la rodilla lo más arriba posible mientras mantiene el braceo, el jugador realizará saltos alternando la zancada de cono a cono.



2 series

3.4 Carrera resistida con banda elástica.

Como muestra en la imagen, en parejas y con la ayuda de una cinta elástica, se realiza un sprint resistido de 20 metros (hasta la marca azul) en 10 segundos para estandarizar la resistencia de cada deportista. En los siguientes 20 metros se realizará una desaceleración.



1 serie por compañero.

3.5 Carrera de 40 m progresivo en intensidad.

Correr de cono a cono en línea recta de forma progresiva en intensidad.



2 series

3.6 Carrera con parada y cambio de dirección.

Trotar 4-5 pasos en línea recta, parar con la pierna derecha y cambiar dirección a la izquierda y acelerar 7-8 pasos, desacelerar y parar con pie izquierdo y cambiar de dirección a la derecha, repetir hasta llegar al cono.



2 series.

Anexo 8. Consentimiento para la publicación de imagen

Título: Predicción y prevención de las lesiones de la musculatura isquiotibial: un estudio cuasiexperimental aleatorizado prospectivo.

Nombre de la persona mostrada en la imagen:

D/Dña:

con DNI:

Declaro que:

Doy mi consentimiento para que mis imágenes puedan ser utilizadas en este trabajo de la Universitat de les Illes Balears y en publicaciones de revistas científicas con fines de investigación y divulgación científica.

He visto el material para ser enviado a la Universidad de les Illes Balears.

Entiendo lo siguiente:

- La información se publicará sin mi nombre. Entiendo que el completo anonimato no se puede garantizar y alguien puede reconocerme.
- La información puede publicarse en revistas, que se distribuyen por todo el mundo. Sus lectores incluyen a todo el personal sanitario y docente, pero también otros tipos de lectores como pueden ser los periodistas.
- La información se publicará en el sitio web de la Universitat de les Illes Balears.
- La información también se puede usar total o parcialmente en otras publicaciones y productos publicados por la Universitat de les Illes Balears.
- Puedo revocar mi consentimiento en cualquier momento antes de la publicación, pero después de que la Información haya sido publicada, no será posible revocar el consentimiento.
- No recibiré ninguna compensación financiera o de otro tipo por el uso de la Información.

Firmado: _____

Fecha: _____

Anexo 9. Registro lesiones.

Predicción y prevención de las lesiones de la musculatura isquiotibial: un estudio cuasiexperimental aleatorizado prospectivo.

Registro lesión musculatura isquiotibial:

Lesión: será fijada por dolor punzante en la zona posterior del muslo durante la práctica deportiva, debiendo abandonar por la imposibilidad de continuar con la actividad e incapacidad de realizar la siguiente sesión de entrenamiento o competición.

Número de licencia federativa:

Club:

Categoría:

Deporte:

Fecha de la lesión:

1- Puesto de juego:

Situación que ocupa de forma más frecuente la jugadora en el equipo:

2- Momento lesional:

Entrenamiento	Partido	Periodo 1° Minuto:
		Periodo 2° Minuto:

3- Localización de la lesión:

3.1 Lado:

Derecha	Izquierda	Bilateral
---------	-----------	-----------

3.2 Dominancia (En el caso de que sean las dos piernas lesionadas se deben marcar ambos términos):

Dominante	No dominante
-----------	--------------

4- Describe mecanismo, causa que ha provocado la lesión y/o síntomas de la misma (carrera, chut, patada, frenada...):

5- Diagnóstico médico:

6- Prueba/s diagnósticas (US/RNM):

Mendiguchia J, Martínez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, Martínez-Martínez F, Idoate F, et al. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. Med Sci Sports Exerc. 2017;49(7):1482–92