

UNIVERSIDAD TECNOCAMPUS
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS DE LA SALUD
TRABAJO FIN DE GRADO CAFD



Centre adscrit a:



***EFICACIA DEL ENTRENAMIENTO DE
FUERZA DEL FOOT CORE EN LA
ESTABILIDAD DINÁMICA DE LA RODILLA.***

AUTOR: ROGER MORERA CASALS

TUTOR: VÍCTOR ILLERA DOMÍNGUEZ

TECNOCAMPUS – CURSO ACADÉMICO 2021 - 2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1.1. EL PIE: | 5 |
| 1.2. FOOT CORE: | 6 |
| 1.1. ESTABILIDAD DINAMICA DE RODILLA: | 7 |
| 2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO | 8 |
| 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS | 9 |
| 4. METODOLOGÍA | 10 |
| 4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO | 10 |
| 4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA | 10 |
| 4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO | 11 |
| 4.4. VARIABLES DE ESTUDIO Y PROCEDIMIENTOS | 11 |
| 4.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN | 18 |
| 4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 29 |
| 4.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS | 30 |
| 5. CRONOGRAMA | 30 |
| 6. PRESUPUESTO | 30 |
| 7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA | 30 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 32 |
| 9. ANEXOS | 34 |

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS:

TABLAS:

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Resumen de la intervención: _____ | 20 |
| Tabla 2: Variables de estudio. _____ | 29 |
| Tabla 3: Presupuesto Recursos Humanos _____ | 35 |
| Tabla 4: Presupuesto Recursos Materiales _____ | 35 |

FIGURAS:

| | |
|---|----|
| Figura 1: Músculos intrínsecos de pie en divididos en las 4 capas plantares junto a los músculos dorsales: _____ | 5 |
| Figura 2: Esquema de los 3 subsistemas que componen el <i>Foot Core</i> . _____ | 7 |
| Figura 3: Ejemplo de valgo dinámico de rodilla en una sentadilla unipodal. A) Rodilla hacia dentro respecto al pie. B) Posición correcta de la rodilla y tobillo. _____ | 8 |
| Figura 4: Diseño del estudio _____ | 10 |
| Figura 5: Ejemplo de valgo dinámico de rodilla durante un drop jump con las dos piernas: _ | 12 |
| Figura 6: Ejemplo de valgo de rodilla durante una caída a una pierna: _____ | 13 |
| Figura 7: Saltos en L _____ | 14 |
| Figura 8: Fórmula para calcular el Arch height index: _____ | 15 |
| Figura 9: a) montaje para la evaluación del flexor del dedo gordo b) montaje para la evaluación del segundo, tercer y cuarto dedo. La imagen de abajo a la derecha de la figura muestra la barra T utilizada para la prueba de flexión de los 3 dedos pequeños: _____ | 17 |
| Figura 10: <i>Simple Paper Grip Test</i> (SPGT): _____ | 18 |
| Figura 11: Cronograma de las fases del trabajo _____ | 34 |
| Figura 12: Hoja de Información para los participantes y de Consentimiento Informado. ____ | 36 |

ABREVIATURAS: *Arch Height Index* (AHI), *Simple Paper Grip Test* (SPGT), Análisis multivariado de la varianza (MANOVA).

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE:

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN: El pie es un sistema complejo de suma importancia para proveernos una base de sustentación y propulsarnos durante la marcha. Además, juega un papel importante en la práctica deportiva dado su implicación en todo el sistema corporal. En el pie encontramos un sistema de estructuras que dan estabilidad y control al arco plantar, denominado *Foot Core*. Este sistema a su vez está conformado por las estructuras pasivas, por los músculos intrínsecos y extrínsecos y por todo es sistema neural del pie. Todo este sistema, está directamente relacionado con la funcionalidad del pie y su estabilidad, y las implicaciones que tiene esto en su articulación más próxima, la rodilla. La rodilla sufre una gran inestabilidad durante la práctica deportiva, sobre todo hacia el valgo de rodilla. Este valgo está directamente relacionado a las estructuras propias de la rodilla y con los sistemas más próximos, los cuales dan estabilidad y control a la rodilla. Las principales situaciones donde aparece este valgo dinámico de rodilla son frenadas, recepciones y cambios de dirección. Estas situaciones se dan principalmente en deportes colectivo como el básquet o el fútbol. Esta inestabilidad dinámica, tiene grandes implicaciones en el rendimiento deportivo y en las lesiones de la extremidad inferior. Por eso, este proyecto busca aportar nueva información en cuanto al trabajo de la musculatura involucrada en el *Foot Core*, y su relación con la estabilidad dinámica de la rodilla.

OBJETIVOS: El objetivo principal de este proyecto es estudiar si el trabajo de control y fuerza de la musculatura relacionada con el *Foot Core* mejora la estabilidad dinámica de rodilla.

METODOLOGÍA: Se realizará un ensayo clínico controlado aleatorizado simple ciego, en jugadores federados en fútbol y básquet en Catalunya, donde se les asignará a la mitad de los participantes, un grupo control o un grupo intervención el cual recibirá 2 sesiones semanales de 25 minutos durante 8 semanas, de entrenamiento de la musculatura relacionada con el *Foot Core*. Las variables utilizadas en este estudio serán: la estabilidad dinámica de la rodilla, la fuerza de la musculatura flexora del pie, la hipertrofia de la musculatura intrínseca del pie y la altura del arco medial longitudinal. Estas variables se medirán al inicio y final de la intervención y se usarán los datos extraídos para el análisis estadístico.

IMPACTO ESPERADO: Se espera encontrar que el entrenamiento de la musculatura del *foot core* mejore significativamente la estabilidad dinámica de la rodilla, así como la fuerza e hipertrofia de los músculos estudiados.

PALABRAS CLAVE: *Foot core, estabilidad dinámica de rodilla, valgo dinámico de rodilla, fuerza músculos del pie, hipertrofia músculos intrínsecos del pie.*

ABSTRACT AND KEY WORDS:

INTRODUCTION AND JUSTIFICATION: Foot are a greatly importance complex system which provide us support base and propulsion during the walk.. It also plays an important role in sports practice due to its involvement in the whole body system. In the foot we find a system of structures that give stability and control to the plantar arch, called Foot Core. This system in turn is made up of passive structures, intrinsic and extrinsic muscles and the entire neural system of the foot. All this system is directly related to the functionality of the foot and its stability, and the implications this has on its closest joint, the knee. The knee suffers a great instability during sport practice, mainly towards the knee valgus. This valgus is directly related to the own structures of the knee and with the closest systems, which give stability and control to the knee. The main situations where this dynamic knee valgus appears are braking, receptions and changes of direction. These situations occur mainly in collective sports such as basketball or soccer. This dynamic instability has great implications in sports performance and lower extremity injuries. Therefore, this project seeks to provide new information regarding the work of the musculature involved in the Foot Core, and its relationship with the dynamic stability of the knee.

OBJECTIVES: The main objective of this project is to study if the control and strength work of the musculature related to the Foot Core improves the dynamic stability of the knee.

METHODOLOGY: A single-blind randomized controlled clinical trial will be carried out in federated soccer and basketball players in Catalonia, where half of the participants will be assigned to a control group or an intervention group which will receive 2 weekly sessions of 25 minutes during 8 weeks of training of the muscles related to the Foot Core. The variables used in this study will be: dynamic knee stability, foot flexor muscle strength, foot intrinsic muscle hypertrophy and longitudinal medial arch height. These variables will be measured at baseline and at the end of the intervention and the extracted data will be used for statistical analysis.

EXPECTED IMPACT: It is expected to find that training of the foot core musculature will significantly improve dynamic knee stability, as well as strength and hypertrophy of the muscles studied.

KEYWORDS: *Foot core, dynamic knee stability, dynamic knee valgus, foot muscle strength, intrinsic foot muscle hypertrophy.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1.EL PIE:

El pie es un sistema complejo de estructuras pasivas, activas y neurales, con muchos grados de libertad implicado en diferentes actividades deportivas (1).

El pie humano está diseñado para proveer una base de sustentación y estabilizarnos cuando estamos de pie. Además, tiene la capacidad de almacenar energía elástica que recibe en el momento de carga en cada paso, para posteriormente proyectar-la y movernos. Esto se da gracias a la deformación del arco plantar, el cual está controlado principalmente por los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie (2).

Los músculos extrínsecos del pie son principalmente músculos diseñados para generar los movimientos principales del pie, y se originan en la zona baja de la pierna.

La musculatura intrínseca del pie está formada por músculos con un área de sección transversal más pequeña y con brazos de momento más corto. Por esta razón, actúan como estabilizadores de los diferentes segmentos en los que actúan, indispensables para que luego se puedan generar grandes momentos de fuerza (2).

Los músculos intrínsecos del pie se diferencian en 4 capas. Los músculos situados en las 2 primeras capas se alinean con los arcos longitudinales lateral y medial del pie, y las dos capas más profundas se configuran mejor con los arcos transversales anterior y posterior del pie (2).

Figura 1: Músculos intrínsecos de pie en divididos en las 4 capas plantares junto a los músculos dorsales:



Extraída de: McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function (2).

En estas capas encontramos los siguientes músculos del pie, representados en la Figura 1:

1) abductor del dedo gordo, 2) flexor corto de los dedos, 3) abductor del quinto dedo, 4) el cuadrado plantar, 5) lumbricales, 6) flexor del quinto dedo, 7) a) aductor oblicuo del dedo gordo y b) cabeza transversal, 8) flexor corto del dedo gordo, 9) interóseos plantares, 10) interóseos dorsales y 11) extensor corto de los dedos.

1.2. FOOT CORE:

El conjunto de estructuras que dan estabilidad y control al arco plantar se las denomina como “foot core”. Este concepto se inspira en la musculatura estabilizadora de tronco, también conocida como CORE, refiriéndose a núcleo o centro.

El foot core se puede dividir en 3 subsistemas representados en la Figura 2: el subsistema pasivo, el subsistema activo y el subsistema neural.

El subsistema pasivo consiste de los ligamentos, huesos y cápsulas articulares que mantienen los arcos plantares.

El subsistema activo consiste de los músculos y tendones que se insertan en el pie. Los estabilizadores locales del pie son los propios músculos intrínsecos (principalmente los plantares), y los que generan los principales movimientos son los músculos extrínsecos del pie. Como la función principal de este subsistema es generar fuerza y dar estabilidad a las articulaciones involucradas, su capacidad de generar fuerza es de suma importancia, y esta vendrá determinada por la estructura (hipertrofia) y la capacidad de reclutamiento de esa musculatura.

Por último, el subsistema neural hace referencia al conjunto de receptores sensoriales localizados en todas las estructuras nombradas anteriormente, que son esenciales para la estabilidad y el balance del pie (2).

Por su anatomía y biomecánica, los músculos intrínsecos del pie carecen de ventajas mecánicas para producir grandes movimientos articulares. Más bien, sus posiciones anatómicas y alineaciones sugieren que están posicionados ventajosamente para proporcionar información sensorial inmediata, a través de su estiramiento, sobre los cambios en la postura del arco del pie.

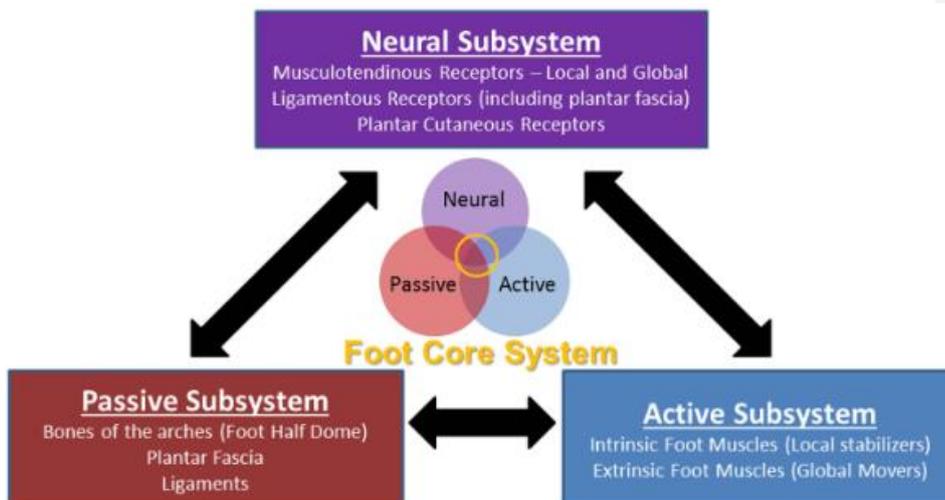
A diferencia de los receptores sensoriales del subsistema pasivo, estos sensores pueden modificarse mediante el entrenamiento para alterar su sensibilidad a la deformación del arco plantar (3).

En un estudio de Headlee DL et al., tras la fatiga de los músculos intrínsecos del pie mediante contracciones aisladas repetitivas de la flexión de la articulación metatarsofalángica, la caída del navicular durante la bipedestación aumentó significativamente en participantes sanos (4). Los autores

concluyeron que las contribuciones motoras de estos músculos provocaron el cambio de la postura del pie, pero que esto podría estar más asociado a un cambio en la información sensorial.

Se ha demostrado que la fatiga muscular provocada por las contracciones repetitivas disminuye el sentido de la posición articular en otras zonas de la extremidad inferior (5). Esto puede indicar que los músculos no sólo proporcionan un apoyo directo relevante al subsistema pasivo a través de la contracción muscular, sino que también pueden proporcionar información sensorial relevante sobre la postura del arco del pie de forma similar a los músculos del CORE del tronco en relación con la postura del tronco (6).

Figura 2: Esquema de los 3 subsistemas que componen el *Foot Core*.



Extraída de: McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function (2).

1.1. ESTABILIDAD DINÁMICA DE RODILLA:

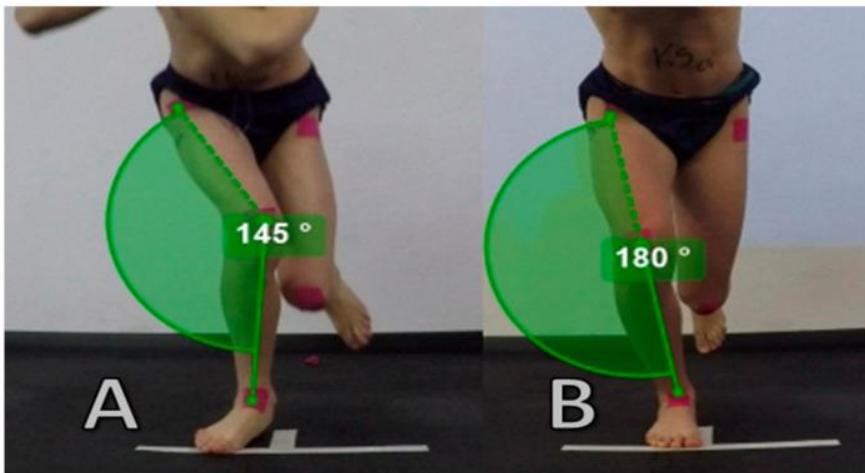
Durante muchos deportes, la articulación de la rodilla está sometida a grandes fuerzas por su disposición. La habilidad de la articulación de la rodilla para mantenerse estable cuando se le aplican diferentes cargas rápidamente cambiantes durante una actividad se le denomina como estabilidad dinámica de rodilla (7).

La estabilidad de la rodilla viene dada por diferentes factores. La estructura ósea y los meniscos proporcionan algo de estabilidad a la rodilla, pero los principales estabilizadores son los ligamentos, la capsula articular y la musculatura. Esta última es la más importante ya que cuando aparece una fuerza

excesiva, la musculatura es el componente más importante para mantener la rodilla en su posición correcta para que los ligamentos se mantengan en una posición segura (7).

La estabilidad dinámica de la rodilla es esencial para la prevención de lesiones en diferentes deportes. El valgo de rodilla (Figura 3) es uno de los factores de riesgo principales para las lesiones de rodilla, especialmente en las lesiones de ligamento cruzado anterior (8). El valgo de rodilla puede ocurrir por diferentes factores como pueden ser por la falta de fuerza de la musculatura abductora de la cadera, tener una pelvis más ancha, ángulos Q más largos o por exceso de movilidad y falta de control en el pie (8). Por ello, es de suma importancia realizar un trabajo de fortalecimiento de la musculatura implicada para tratar de prevenir futuras lesiones.

Figura 3: Ejemplo de valgo dinámico de rodilla en una sentadilla unipodal. A) Rodilla hacia dentro respecto al pie. B) Posición correcta de la rodilla y tobillo.



Extraída de: Wilczyński B, Zorena K, Ślęzak D. Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review (9).

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En gran parte de los deportes practicados mundialmente, especialmente en los deportes colectivos, se producen muchas situaciones donde la rodilla sufre una gran inestabilidad, a raíz de un cambio de dirección, una frenada o por contacto directo entre otros. Este fenómeno puede dar lugar a muchas lesiones tanto en la rodilla directamente como en otras partes del cuerpo, por traumatismo o repetición(10,11). Entre estas esta la más conocida lesión de cruzado anterior(12,13). Esta lesión se

produce principalmente por este componente de valgo de rodilla con rotación, dado a una posible inestabilidad en la rodilla.

El componente menos estudiado que puede estar relacionado con el valgo dinámico de rodilla es el *foot core*. Actualmente, no hay mucha evidencia en cuanto a la relación del *foot core* con la estabilidad dinámica de rodilla, aunque si es conocido las implicaciones que tiene el trabajo de *foot core* para el arco plantar y estabilidad propia del pie.

La presente investigación surge de la necesidad de abordar esta relación entre en *foot core* y la estabilidad dinámica de la rodilla, para arrojar más información necesaria en este tema sumamente importante en la práctica deportiva. Esto podría influir en la forma de entrenar de los diferentes clubes o deportistas, los cuales podrían plantearse añadir un trabajo específico de *foot core* dentro de su plan de entrenamiento.

Se realizará una intervención de 8 semanas de trabajo de *foot core* y se comparará la estabilidad dinámica de la rodilla pre y post intervención.

Los resultados de esta investigación, junto con el resto de evidencia científica, ayudara a mejorar los programas de entrenamiento en deportistas para mejorar la estabilidad dinámica de rodilla y de esta forma prevenir futuras lesiones.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis:

- Realizar un trabajo de control y potenciación de la fuerza e hipertrofia de la musculatura relacionada con el *foot core*, mejorará la estabilidad dinámica de la rodilla, así como la fuerza de estos músculos y la altura del arco longitudinal medial del pie.

Objetivo General:

- Investigar si el trabajo de control y fuerza de la musculatura relacionada con el *foot core* mejorará la estabilidad dinámica de rodilla.

Objetivo Específicos:

- Comparar la fuerza de la musculatura flexora del pie pre y post intervención.
- Comparar la hipertrofia de la musculatura intrínseca del pie pre y post intervención.
- Comparar el valgo dinámico de la rodilla pre y post intervención.
- Comparar la altura del arco longitudinal medial del pie pre y post intervención.

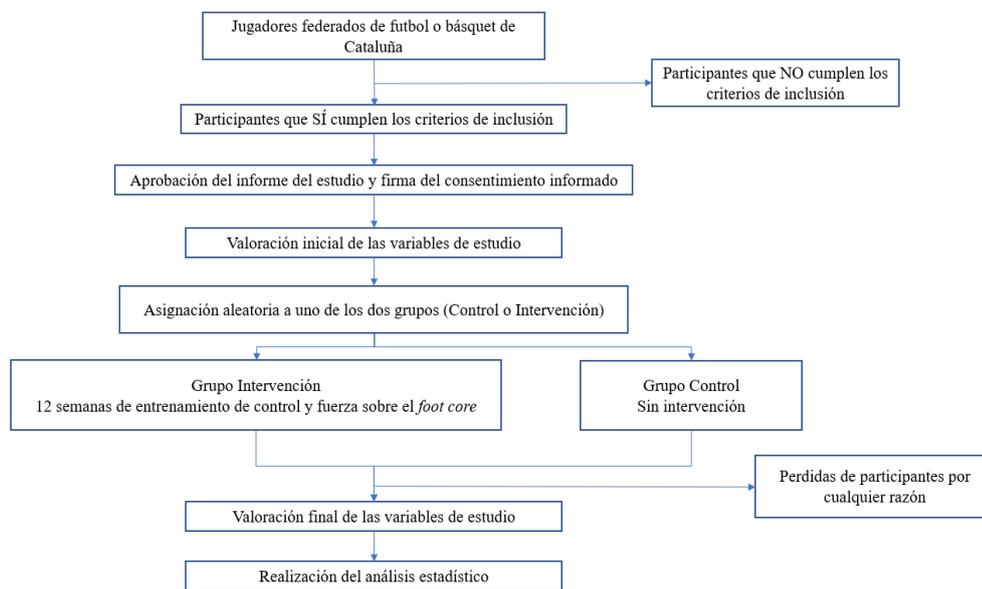
4. METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizará un ensayo clínico aleatorizado simple ciego donde los participantes si conocerán si reciben la intervención, pero el examinador no conocerá si está evaluando a los participantes que realizarán o habrán realizado la intervención. Se realizará una evaluación inicial y final del valgo dinámico de la rodilla, la altura del arco plantar, la fuerza de la musculatura flexora del pie y de la hipertrofia de la musculatura intrínseca del pie. La intervención constará de 8 semanas de intervención con 2 días de entrenamiento por semana, en las cuales se realizarán 4 ejercicios de calentamiento y 5 de parte principal, enfocados en la musculatura relacionada con el *foot core*.

Comentat [RMC1]: Añadir grafico del diseño del estudio

Figura 4: Diseño del estudio



4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Este estudio va dirigido a atletas de deportes colectivos donde se den situaciones de inestabilidad dinámica de rodilla en recepciones, frenadas o cambios de dirección. Si analizamos los datos de las actividades físicas más practicadas en Cataluña, en el año 2014 según el Observatorio Catalán del Deporte, el fútbol y el básquet conformaban el 21,8% de los participantes de todas las prácticas de actividad física. Por esta razón, se utilizará una muestra con practicantes de estos dos deportes prioritarios para la realización de este estudio.

Los criterios de inclusión del estudio serán: (a) jugador/a de fútbol o básquet federado en Catalunya (b) practicante frecuente (3 veces por semana mínimo entre entrenos y/o partidos), (c) edad entre 18-35 años y (d) no tener una lesión actualmente en extremidades inferiores.

Si un participante se pierde más de un 20% de las sesiones de entrenamiento por cualquier razón, se excluirá automáticamente del estudio.

Para el cálculo de la muestra se ha utilizado el software GRANMO. Se ha calculado un total de 18 sujetos divididos en los grupos intervención y control, aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.05 con un contraste bilateral, para detectar una diferencia igual o superior a 7 unidades con una desviación estándar común de 25 y un coeficiente de correlación entre la medida inicial y final de 0.99. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 20%

4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO

Los participantes se asignarán aleatoriamente a un grupo de intervención (n=9) o a un grupo control (n=9). El grupo de la intervención recibirá 8 semanas de entrenamiento de la musculatura del *foot core*.

4.4. VARIABLES DE ESTUDIO Y PROCEDIMIENTOS

La altura, sexo, peso y edad se recogerán el primer día de estudio en todos los participantes.

Todos los participantes realizarán diferentes test y pruebas para evaluar las siguientes variables: Altura del arco longitudinal medial del pie, hipertrofia muscular, fuerza muscular y finalmente la estabilidad dinámica de la rodilla, y se evaluarán en ese mismo orden.

Estas variables se evaluarán el primer día y el último, y estarán realizados por 1 examinador, el cual no conocerá si los sujetos realizarán o habrán realizado la intervención. Este mismo examinador extraerá los datos y realizará el análisis estadístico.

ESTABILIDAD DINÁMICA DE RODILLA:

La estabilidad dinámica de rodilla se medirá mediante el valgo dinámico de la rodilla. El valgo dinámico de la rodilla se analizará mediante una grabación 2D en un plano frontal. Se utilizará este método ya que es un método práctico, portable y más barato en comparación a otros métodos de análisis 3D.

Se les colocará una marca con un tape en diferentes puntos de la extremidad inferior como realizaron Munro A. et al (14). El primer punto será el medio entre los cóndilos femorales para tener el centro aproximado de la articulación de la rodilla. El segundo punto será el punto medio entre los maléolos del tobillo, para tener el punto aproximado del centro de la articulación de la rodilla. Finalmente se realizará una línea en la parte anterior del muslo, desde la espina iliaca antero superior hasta el marcador de la rodilla. Todos los marcadores serán colocados por el mismo examinador en todos los sujetos. Estos marcadores servirán para analizar el ángulo que se proyectará en el plano frontal. Esto se analizará

posteriormente utilizando el software de Kinovea (versión 0.9.5). El mismo examinador será el que luego digitalice las imágenes de los marcadores para determinar los ángulos que se proyecten.

Las grabaciones se realizarán con una cámara digital (Sony DCR-SR72), grabando a 30 fps, que se colocara a 50cm de altura y 3m separado de la zona de caída del participante.

Todos los participantes deberán realizar 3 test: un drop jump con las dos piernas, una recepción a una sola pierna y dos saltos simultáneos en forma de L (simulando un cambio de dirección controlado). Todos los participantes deberán realizar 3 intentos de cada test con cada pierna, y la media de los 3 resultados se utilizará para el análisis estadístico. Cada participante podrá practicar cada test 2 veces antes de realizar las pruebas.

Para la medición del ángulo en el plano frontal de la rodilla (valgo dinámico de la rodilla), se medirá el ángulo entre la línea de la cara anterior del muslo que llega a la articulación de la rodilla con la línea entre la articulación de la rodilla y la del tobillo. Se medirá en el frame que haya máxima flexión de rodilla.

- **DROP JUMP CON DOS PIERNAS:**

Los participantes se colocarán de pie en un cajón a una altura de 30cm y separado a 30cm de la superficie de caída. Deberán dejar-se caer del cajón, iniciando con su pierna dominante, tratando de caer con las dos piernas lo más vertical posible sobre la superficie de caída, e inmediatamente después deberán realizar un salto vertical con las dos piernas lo más alto posible (Figura 55). Se medirá el valgo dinámico de las rodillas en el momento del primer aterrizaje (15).

Figura 5: Ejemplo de valgo dinámico de rodilla durante un drop jump con las dos piernas:



Extraído de: Herrington L, Munro A. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population (15).

- **RECEPCIÓN A UNA PIERNA:**

Los participantes se colocarán en el mismo cajón de 30cm y separados a 30cm de la superficie de caída. Deberán dejarse caer con 1 pierna con los brazos cruzados en el pecho y aterrizar con la misma, sobre la superficie de caída, manteniendo esa posición 2 segundo (Figura 66).

Figura 6: Ejemplo de valgo de rodilla durante una caída a una pierna:

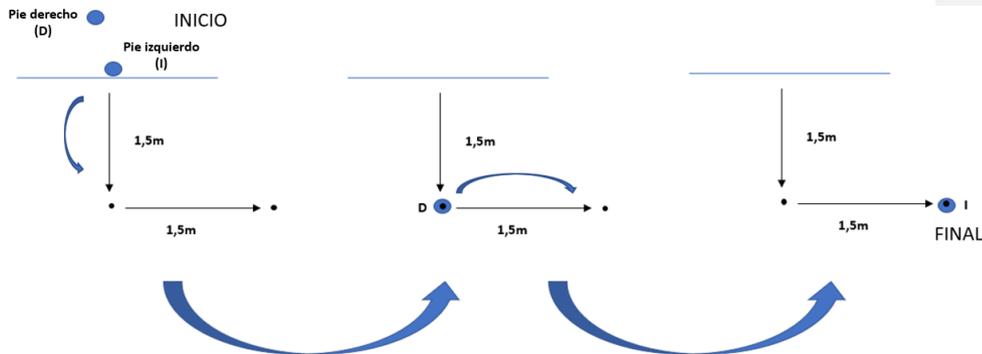


Extraído de: Herrington L, Munro A. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population (15).

- **SALTOS EN L:**

El participante se colocará en posición de zancada. Deberá realizar un salto impulsándose con la pierna de delante hacia delante a una distancia de 1,5m, aterrizando con la pierna contraria. Inmediatamente deberá realizar un salto lateral de 1,5 con la pierna que había aterrizado, para caer con la pierna contralateral (Figura 77). Las distancias y puntos de aterrizaje estarán marcados con una tape en el suelo para facilitar el test.

Figura 7: Saltos en L



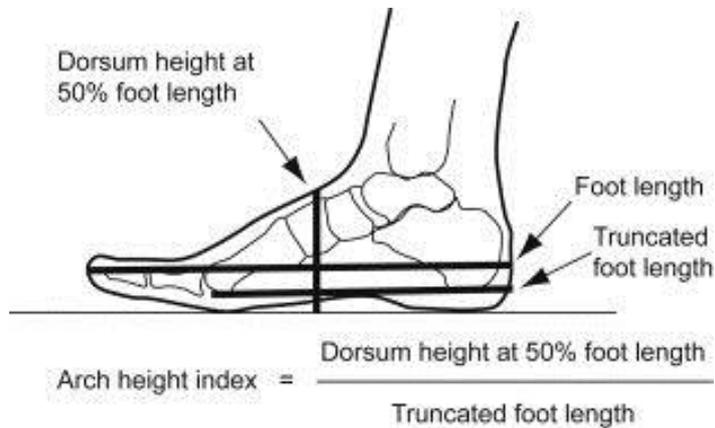
Elaboración propia.

ALTURA DEL ARCO LOGITUDINAL MEDIAL DEL PIE:

Para la evaluación del arco longitudinal medial del pie existen diferentes mediciones, pero la más fiable es mediante el Arch Height Index (AHI). Este índice se calcula dividiendo la altura del dorso del pie a la mitad de la longitud del pie entre la longitud del pie truncada (desde el talón hasta la cabeza del primer metatarsiano) (Figura 88).

En todos los participantes las mediciones se realizarán en los dos pies mediante un mismo examinador. Para realizar la evaluación, el participante se sentará con la cadera, rodilla y tobillo a 90°. Inicialmente se medirá la longitud total del pie con una regla milimétrica. Luego se medirá la altura del pie a la mitad de la longitud medida anteriormente. A continuación, se medirá con la misma regla, la longitud desde el talón hasta la cabeza del primer metatarsiano para obtener todos los datos necesarios. Finalmente se obtendrá el resultado del AHI con los datos obtenidos. El participante no podrá mover el pie en ningún momento durante las mediciones.

Figura 8: Fórmula para calcular el Arch height index:



Extraída de: The effect of minimal shoes on arch structure and intrinsic foot muscle strength - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/The-arch-height-index-formula-with-visual-depiction-of-the-three-measurements-total-foot_fig3_262017641 [accessed 3 May, 2022]

HIPERTROFIA MUSCULAR:

La hipertrofia se evaluará mediante el grosor muscular, utilizando un ultrasonido de imagen modo B. Esta manera de evaluar la hipertrofia muscular es fácil, rápida, no invasiva y relativamente barata (16). Para evaluar el grosor muscular, los investigadores suelen tomar imágenes del vientre muscular y medir la distancia lineal entre la aponeurosis superficial y profunda del músculo en cuestión (16). Aun tener grandes beneficios utilizar el ultrasonido de imagen modo B, existen ciertas limitaciones en cuanto a este método. Una limitación importante es el requerimiento de habilidades y conocimientos para realizar un examen correcto y fiable. Por eso, para la evaluación de el grosor muscular, se precisará de un técnico experimentado, el cual evaluará el grosor muscular y marcará la zona para repetir la medida en el mismo punto en la evaluación final.

Para este estudio se valorarán los músculos: abductor del dedo gordo, aductor del dedo gordo cabeza oblicua, flexor corto de los dedos y abductor del quinto dedo (17,18).

FUERZA MUSCULAR:

La fuerza de la musculatura del pie se medirá mediante dos test distintos. El primer test evaluará la fuerza de flexión de los dedos mediante una dinamometría de los flexores de los dedos, y el segundo evaluará la fuerza de agarre del primer dedo mediante el *Simple Paper Grip Test* (SPGT).

- **DINAMOMETRÍA DE LOS FLEXORES DEL PRIMER DEDO Y FLEXORES DE LOS DEDOS 2-4:**

Se realizará una dinamometría para la flexión del primer dedo y para la flexión del segundo, tercero y cuarto dedo del pie conjuntamente. Primero se realizará la medición del primer dedo, y luego de los otros 3 dedos conjuntamente.

Para los test, un dinamómetro (Sensor de fuerza, CHRONOJUMP, España) se enganchará a un marco de madera, que estará a su vez enganchado al suelo. Los participantes se sentarán en una silla con la rodilla a 90° de flexión. Los participantes colocaran 1 pie en una plataforma elevada ajustable, con su talón en contacto con un conjunto de paneles (Figura 99). Estos paneles se ajustarán dependiendo la longitud del pie, para poder ajustar el test a cada participante y se permita realizar la flexión de los dedos correctamente (19).

Para evaluar la fuerza del dedo gordo, el pie se ajustará para que el dinamómetro se alinee con el dedo. El participante sujetará con el dedo gordo un mosquetón ligado a una cuerda tensa que a su vez estará sujeto al dinamómetro. Después de ajustar la cuerda para que el dedo produzca una fuerza de referencia de 0,5 kg con el dedo en un ángulo de 45°, se indicará al participante que flexione el dedo y tire con su máxima fuerza, y mantenga la posición durante 3 segundos (19).

Para evaluar la fuerza del segundo, tercer y cuarto dedo se utilizará un método muy parecido al anterior, pero se cambiará el mosquetón por una barra T de metal, la cual se utilizará para que los dedos puedan sujetarla y ejercer fuerza.

Los test para la fuerza de los dedos se realizarán 3 veces cada test para cada pie, y se realizará una media de los 3 resultados para el análisis estadístico. Si se levanta el talón o la cabeza de los metatarsianos en alguna de las pruebas el test se dará como nulo.

Figura 9: a) montaje para la evaluación del flexor del dedo gordo b) montaje para la evaluación del segundo, tercer y cuarto dedo. La imagen de abajo a la derecha de la figura muestra la barra T utilizada para la prueba de flexión de los 3 dedos pequeños:

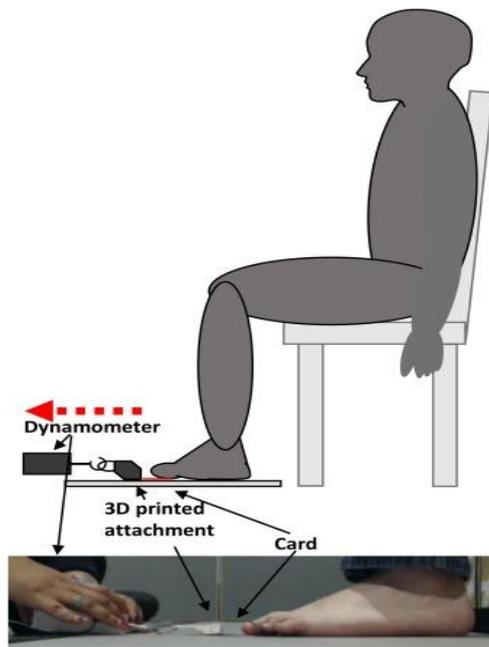


Extraída de: Ridge S, Myrer J, Johnson A. Reliability of doming and toe flexion testing to quantify foot muscle strength (19).

- **SIMPLE PAPER GRIP TEST (SPGT):**

El SPGT es un test de alta fiabilidad que se utiliza para calcular la fuerza de agarre del dedo gordo del pie (20). Para la realización de este test, previamente se limpiará el dedo gordo para mantenerlo seco y poder realizar el test correctamente. El participante se sentará en una silla con la cadera rodilla y tobillo a 90°. Manteniendo el pie plano en el suelo, se le colocará tarjeta del tamaño de una tarjeta convencional debajo del dedo gordo del pie (Figura 1010). Esta tarjeta estará ligada al mismo dinamómetro usado para el test de flexión de dedos (Sensor de fuerza, CHRONOJUMP, España), el cual registrará la fuerza máxima de agarre. El examinador pedirá al participante que ejerza la máxima fuerza de agarre empujando hacia abajo con el primer dedo contra la tarjeta manteniendo el pie plano en el suelo, a la vez que el examinador empieza a tirar del dinamómetro. Además, el participante deberá resistir cualquier fuerza de deslizamiento del pie hacia delante durante el test. Este test se repetirá 3 veces con cada pie, alternando entre pies para dejar un descanso de 30 segundos entre intentos. Para cada intento, la máxima fuerza será registrada por el dinamómetro, y se realizará una media entre los 3 resultados por pie.

Figura 10: Simple Paper Grip Test (SPGT):



Extraído de: Chatzistergos P et al. Reliability and validity of an enhanced paper grip test; A simple clinical test for assessing lower limb strength. Chockalingam NGait & Posture (2020) 81 120-125 (20)

4.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La intervención se realizará bajo la supervisión de 1 entrenador licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y en Fisioterapia, el cual explicará y corregirá los ejercicios a los participantes durante las sesiones de intervención.

Los participantes tendrán que asistir 2 veces a la semana preestablecidos con el equipo del estudio, durante 8 semanas, a la sala Bunkay Gym en Calle Doctor Bergós, nº 11, Ripollet, 08291, Barcelona, donde se realizarán las sesiones de entrenamiento con una duración aproximada de 25 minutos.

En las sesiones de entrenamiento, se empezará con un calentamiento formado por 4 ejercicios, y se finalizará con una parte principal formada por 5 ejercicios.

Los ejercicios de la intervención se realizarán por orden, cumpliendo todas las series y descansos de cada ejercicio antes de pasar al siguiente. Durante la intervención, los ejercicios se realizarán descalzos,

Comentat [RMC2]: Añadir Fotos en la intervencion

para poder tener un buen control del pie y los dedos, y con los dos pies simultáneamente para ahorrar tiempo

En los ejercicios de la parte principal, se seguirá una progresión durante las 8 semanas de intervención:

Semana 1-2: Realizar los ejercicios como están descritos en la Tabla 1 y con los rangos de repeticiones y series preestablecidos.

Semana 3-4: Aumentar en todos los ejercicios de la parte principal dos repeticiones en cada serie.

Semana 5-6: Aumentar 1 serie en todos los ejercicios de la parte principal, manteniendo las mismas repeticiones por serie.

Semana 7-8: Añadiremos una goma o banda elástica en el ejercicio de inversión y eversión. Esta goma se añadirá ejerciendo resistencia perpendicularmente al movimiento del ejercicio. En el ejercicio de elevaciones de gemelos, se pasará a hacer unipodal. Para los otros 3 ejercicios aumentaremos 4 repeticiones más por serie.

De esta forma, aumentaremos el volumen de trabajo para seguir una progresión durante las semanas de la intervención.

Tabla 1: Resumen de la intervención:

| CALENTAMIENTO PARA LA MUSCULATURA DEL FOOT CORE | |
|--|-----|
| Extensión primer dedo + Flexión 4 últimos dedos | |
| Sentado con el pie en el suelo se realizará una extensión del primer dedo junto con una flexión de los 4 últimos dedos, y se volverá a la posición inicial. (Mantener la posición de contracción durante 2 segundo) | 1X8 |
|  | |

Extensión 4 últimos dedos + Flexión del primer dedo

Sentado con el pie en el suelo se realizará una extensión conjunta de los 4 últimos dedos
junto con una flexión del primer dedo, y se volverá a la posición inicial.
(Mantener la posición de contracción durante 2 segundo) 1X8



Abducción de todos los dedos

Sentado con el talón apoyado y el antepié elevado, se realizará una abducción de los 5 dedos del pie, y se volverá a la posición inicial. (Mantener la posición de contracción durante 2 segundos)

1X8



Flexo-Extensión del tobillo + Dedos

Sentado con el pie en alto, se realizarán flexo-extensiones del tobillo de forma controlada, a un ritmo de 2s de subida y 2s de bajada. La flexión plantar se acompañará con una flexión completa de todos los dedos, y la flexión dorsal se acompañará con una extensión completa de todos los dedos.

1X8



PARTE PRINCIPAL PARA LA MUSCULATURA DEL FOOT CORE

DOMING

Sentado con el pie plano en el suelo, se elevará el antepié manteniendo el talón en el suelo, y se realizará una flexión máxima de los dedos y del medio-pié. Se mantendrá esta posición durante 3 segundos y se volverá a la posición inicial.

2X8
(30 segundos de
descanso entre
series)



SHORT FOOT EXERCICE

Sentado con el pie en el suelo, se realizará una elevación del arco longitudinal medial del pie, sin realizar flexión de los dedos ni despegar el pie del suelo. Se tiene que observar como el pie reduce su longitud y se eleva el hueso navicular.

(Mantener la posición de contracción 2 segundos)

2X8
(30 segundos de
descanso entre
series)



TOWEL CURL

Sentado con el pie en el suelo encima de una toalla fina, se realizará una flexión de los dedos y del medio-pie, tratando de arrugar la toalla al máximo.

2X8
(30 segundo de
descanso entre
series)



ELEVACIONES DE GEMELOS

Se iniciará encima de una plataforma, con las puntas de los pies en el borde y los talones sobre saliendo de la misma para conseguir un mayor rango de movimiento. Se realizarán flexo-extensiones de tobillo de forma controlada a ritmo 2 segundos de subida 2 segundos de bajada.

2X8
(30 segundos
de descanso
entre series)



INVERSIÓN-EVERSIÓN

Sentado con el pie en alto, se realizará una inversión máxima del pie junto con una flexión de los dedos, seguido de una eversión máxima del pie junto a una extensión de los dedos. Mantener las posiciones finales de inversión y eversión durante 2 segundos.

2X8
(30 segundos de
descanso entre
series)



4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El software que se utilizará para la realización del análisis estadístico será el SPSS Statistics Premium (Version 28) de IBM.

Para el análisis estadístico se realizará inicialmente una comprobación de que las variables (Tabla 2) siguen una distribución normal. En caso de que cumplan este tipo de distribución, se realizará una prueba paramétrica estadística de Análisis multivariante de varianza (MANOVA) para comparar las diferencias entre el pre y el post intervención en cada grupo (Intervención y control), y que diferencias se pueden encontrar dentro de los sujetos del grupo intervención y control en el pre y post. Con el MANOVA obtendríamos la significación de las variables (P-valor). Con este valor seremos capaces de ver la diferencia significativa estadística entre las variables estudiadas. Si todos los valores P están por debajo de 0.05, podremos asumir con certeza que todas las variables estudiadas tienen relación entre sí.

En el caso de que no tenga una distribución normal, se utilizará la prueba paramétrica Wilcoxon.

Para evaluar la correlación entre variables se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson. Con el coeficiente de Pearson podremos observar un valor entre -1 y 1, siendo 0 sin correlación existente, 1 una correlación perfecta directamente proporcionales y -1 una correlación perfecta inversamente proporcionales. Una correlación perfecta significaría que la pendiente de la recta de regresión es igual a 1, con lo cual la salida (Y) tendría una relación perfecta con la entrada (X).

Con los resultados obtendremos si hay una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, es decir, entre el grupo intervención y el control, y entre el pre y el post intervención.

Tabla 2: Variables de estudio.

| VARIABLE | TIPO | DEFINICIÓN |
|---------------------------------|--------------------------|--|
| Fuerza musculatura del pie | Cuantitativa continua | Fuerza en Newtons de la musculatura flexora. |
| AHI | Cuantitativa continua | Altura del arco medial longitudinal del pie |
| Hipertrofia | Cuantitativa continua | Grosor muscular de la musculatura: abductor del dedo gordo, aductor del dedo gordo cabeza oblicua, flexor corto de los dedos y abductor del quinto dedo. |
| Estabilidad dinámica de rodilla | Cuantitativa continua | Valgo dinámico de la rodilla mediante 3 test. |

Elaboración propia.

4.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Antes de iniciarse el estudio, todos los participantes y examinadores serán informados de las características y metodología del estudio, así como los objetivos del mismo, y tendrán el derecho de retirarse del proyecto en cualquier momento. Los participantes firmarán un consentimiento informado previamente para poder participar en el estudio.

Esta intervención puede tener ciertos beneficios para el grupo al que se le aplica la intervención, pero en ningún caso puede tener alguna consecuencia negativa para ninguno de los dos grupos.

Este proyecto se someterá a la evaluación en el Comité de ética de investigación clínica del Consell Català de l'Esport.

Comentat [RMC3]: Añadir la hoja de información y consentimiento informado en anexos que tengo q personalizar de la descargada ya.

5. CRONOGRAMA

En el cronograma (Figura 111) se mencionan todas las fases del trabajo, así como su temporización para realizarlas y conseguir los objetivos planeados.

6. PRESUPUESTO

Para la realización de este proyecto son necesarios diferentes recursos materiales y humanos. Podemos destacar entre los recursos materiales el kit de sensor de fuerza para la medición de la variable de fuerza muscular (249,8€), la Sony DCR-SR72 (400€) para la grabación del ángulo del valgo de rodilla y la sala donde se realizarán las sesiones de valoración de las variables y las sesiones de la intervención durante las 8 semanas (180€). Por otro lado, encontramos diversos materiales más secundarios, los cuales son indispensables para la valoración de las variables del estudio. Algunos de estos materiales será necesario comprarlos por el precio mencionado en la **Error! No s'ha trobat l'origen de la referència.**, y otros ya estarán disponibles o se deberán customizar por parte del equipo del estudio. Además, se requerirá de softwares gratuitos (Kinovea) y otro de pago (SPSS Statistiscs Premium) para el estudio de las variables y el análisis estadístico. Por otro lado, para el estudio se requerirá de un examinador para la valoración de las variables y realización del análisis estadístico, un preparador físico y fisioterapeuta para el control y realización de la intervención, y un especialista especializado en ultrasonido de imagen B para la valoración de la hipertrofia muscular. Todos estos recursos están mencionados junto a su precio y referencia en la Tabla 4: Presupuesto Recursos Materiales Tabla 3 y Tabla 4.

7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

Para la realización de este proyecto aparecen ciertas limitaciones relacionadas con diferentes aspectos. En relación al cegamiento de los participantes, no se puede realizar una intervención al grupo control la cual no pueda influir directa o indirectamente en las variables de estudio, ni se puede cegar a los

Comentat [RMC4]: HACER TODO ESTE APARTADO

participantes del grupo intervención. Por esta razón el estudio es simple ciego donde solamente los examinadores no conocerán a quien están evaluando. Otra limitación aparece a la hora de evaluar las variables del estudio. Hay muy poca evidencia que describa métodos efectivos y validados para el estudio de la fuerza de la musculatura del *foot core*. Por esta razón, los métodos que se utilizaran en este estudio no evalúan ni discriminan específicamente toda la musculatura implicada en el *foot core*.

En cuanto a la muestra, existe la posibilidad de que los participantes pierdan interés en el proceso, por falta de motivación o por no observar resultados en su progreso. Además, solo habrá una sala donde se realizarán las intervenciones, lo cual favorece a que ciertos participantes dejen o no accedan a participar al estudio, por su localización. En relación con la muestra, otra limitación que aparece es el control de la carga y volumen de trabajo externo de los participantes. Al ser un estudio con una muestra muy dispersa de participantes, esto produce que no haya un seguimiento estricto de su trabajo externo al estudio, a pesar que las sesiones de intervención estén supervisadas por un especialista. Además, aunque las intervenciones estén supervisadas por un examinador, existe la posibilidad de que los ejercicios se realicen incorrectamente por su dificultad o sin la intensidad deseada. Esto puede afectar a los resultados finales del estudio.

A pesar de las limitaciones descritas anteriormente, los resultados de este estudio podrían tener implicación en la forma de ver y programar los entrenamientos tanto en los clubes más amateurs de deportes colectivos como a nivel más profesional, en relación a la estabilidad de la rodilla para mejorar su rendimiento y conocimiento en este campo. El hecho de arrojar nueva información en cuanto a la eficacia que puede tener el entrenamiento de fuerza del *foot core* y como este afecta al valgo dinámico de la rodilla, puede ser crucial en el campo de la prevención de lesiones y del rendimiento deportivo a nivel mundial. La importancia de conocer estas implicaciones, ayuda a mejorar el esquema de conocimiento actual sobre el valgo dinámico de rodilla, el cual está relacionado con múltiples sistemas corporales indispensables para el deporte. Se podrían añadir planes de entrenamiento de corta duración en los entrenamientos, donde se realizará un trabajo específico de la musculatura del *foot core*.

Aun así, es necesaria mucha más investigación en este ámbito, ya que las propuestas de intervención que se describen actualmente en la literatura científica son muy escasas y simples. Además, los métodos actuales de estudio de las diferentes variables que abordan este tema son escasas y poco específicas. Por ello, se necesita profundizar más en la importancia y especificidad de los ejercicios que trabajen esta musculatura y su futura implicación y implementación en el deporte.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tourillon R, Gojanovic B, Fourchet F. How to Evaluate and Improve Foot Strength in Athletes: An Update. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2019 Oct 11;1.
2. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine*. 2015 Mar;49(5):290–290.
3. Janda V VMHA et al. *Rehabilitation of the Spine: A Practitioner's Manual*. 2nd edition. Liebenson C, editor. Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
4. Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008 Jun;18(3):420–5.
5. Hiemstra LA, Lo IKY, Fowler PJ. Effect of Fatigue on Knee Proprioception: Implications for Dynamic Stabilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2001 Oct;31(10):598–605.
6. Boucher JA, Abboud J, Descarreaux M. The Influence of Acute Back Muscle Fatigue and Fatigue Recovery on Trunk Sensorimotor Control. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2012 Nov;35(9):662–8.
7. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic Knee Stability: Current Theory and Implications for Clinicians and Scientists. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2001 Oct;31(10):546–66.
8. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021 Apr 6;18(7):3826.
9. Wilczyński B, Zorena K, Ślęzak D. Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 Nov 6;17(21):8208.
10. Roth TS, Osbahr DC. Knee Injuries in Elite Level Soccer Players. *American Journal of Orthopedics*. 2018 Oct 1;47(10).
11. Giza E, Micheli LJ. Soccer Injuries. In: *Epidemiology of Pediatric Sports Injuries*. Basel: KARGER; 2005. p. 140–69.

12. Grimm NL, Jacobs JC, Kim J, Denney BS, Shea KG. Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Prevention Programs for Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2015 Aug 1;43(8):2049–56.
13. Michaelidis M, Koumantakis GA. Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*. 2014 Aug;15(3):200–10.
14. Munro A, Herrington L, Comfort P. The Relationship Between 2-Dimensional Knee-Valgus Angles During Single-Leg Squat, Single-Leg-Land, and Drop-Jump Screening Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2017 Jan;26(1):72–7.
15. Herrington L, Munro A. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. *Physical Therapy in Sport*. 2010 May;11(2):56–9.
16. Haun CT, Vann CG, Roberts BM, Vigotsky AD, Schoenfeld BJ, Roberts MD. A Critical Evaluation of the Biological Construct Skeletal Muscle Hypertrophy: Size Matters but So Does the Measurement. *Frontiers in Physiology*. 2019 Mar 12;10.
17. Kudo S, Sakamoto K, Shirakawa T. Comparison of foot kinematics and the morphology of intrinsic musculature of the foot using a foot-type classification based on function. *Journal of Physical Therapy Science*. 2020;32(3):238–42.
18. Sakamoto K, Kudo S. Morphological characteristics of intrinsic foot muscles among flat foot and normal foot using ultrasonography. *Acta Bioeng Biomech*. 2020;22(4):161–6.
19. Ridge ST, Myrer JW, Olsen MT, Jurgensmeier K, Johnson AW. Reliability of doming and toe flexion testing to quantify foot muscle strength. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2017 Dec 8;10(1):55.
20. Chatzistergos PE, Healy A, Balasubramanian G, Sundar L, Ramachandran A, Chockalingam N. Reliability and validity of an enhanced paper grip test; A simple clinical test for assessing lower limb strength. *Gait & Posture*. 2020 Sep;81:120–5.

9. ANEXOS

Figura 11: Cronograma de las fases del trabajo

| ETAPAS DEL PROYECTO | 2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--|
| | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | | JULIO | | | | |
| | SEMANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de contenidos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión Bibliográfica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Redacción de la introducción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Redacción de la justificación, hipótesis y objetivos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METODOLOGÍA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diseño del estudio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Población, muestra y asignación de los individuos en los grupos de estudio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VARIABLES DE ESTUDIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Procedimientos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción de la propuesta de intervención | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis estadístico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Consideraciones éticas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OTROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presupuesto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones y prospectiva | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGA INICIAL, FINAL Y DEFENSA FINAL. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaboración propia

Tabla 3: Presupuesto Recursos Humanos

| PRESUPUESTO RECURSOS HUMANOS | | | |
|-----------------------------------|--------------------|----------|-----------------|
| TIPO DE TRABAJADOR | Nº DE TRABAJADORES | SUELDO/H | SUELDO TOTAL |
| Examinador | 1 | 10,00 € | 120,00 € |
| Licenciado en CAFD y Fisioterapia | 1 | 10,00 € | 160,00 € |
| Especialista ultrasonido B | 1 | 15,00 € | 60,00 € |
| TOTAL RECURSOS HUMANOS | | | 340,00 € |

Tabla 4: Presupuesto Recursos Materiales

| PRESUPUESTO RECURSOS MATERIALES | | | | |
|--------------------------------------|----------|---------------|-----------------|---|
| MATERIAL | UNIDADES | PRECIO/UNIDAD | PRECIO TOTAL | REFERENCIAS |
| Tape | 1 | 4,90 € | 4,90 € | Solucionestecnicosanitarias - Vendajes |
| Sony DCR-SR72 | 1 | 400,00 € | 400,00 € | Back Market - Camara Sony DCR-SR72 segunda mano |
| Kit sensor de fuerza | 1 | 249,80 € | 249,80 € | Chronojump - Kit sensor de fuerza con accesorios |
| Sala para realizar las sesiones | 18 | 10,00 € | 180,00 € | Alquilarsalas - Bunkay Gym |
| Regla milimétrica | 1 | 3,09 € | 3,09 € | Ferreteriacampollano - Regla milimetrada flexible 200mm |
| SPSS Statistics Premium (Versión 28) | 1 | 75,00 € | 75,00 € | https://www.hearne.software/SPSS-Grad-Pack-Selection-v28 |
| Kinovea (Versión 0.9.5) | 1 | 0 € | 0 € | https://www.kinovea.org/download.html |
| Cajón 30x30x50cm | 1 | 0 € | 0 € | Material propio del equipo del proyecto |
| Plataforma elevada customizada | 1 | 0 € | 0 € | Material propio del equipo del proyecto |
| Mosquetón | 1 | 0 € | 0 € | Material propio del equipo del proyecto |
| Marco de madera customizado | 1 | 0 € | 0 € | Material propio del equipo del proyecto |
| Cuerda | 1 | 0 € | 0 € | Material propio del equipo del proyecto |
| Tarjeta customizada | 1 | 0 € | 0 € | Material propio del equipo del proyecto |
| TOTAL RECURSOS MATERIALES | | | 912,79 € | |

Tabla 3 y 4: Elaboración Propia

Figura 12: Hoja de Información para los participantes y de Consentimiento Informado.

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El estudiante Roger Morera Casals del grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, dirigido por Víctor Illera, está llevando a cabo el proyecto de investigación “Eficacia del entrenamiento de fuerza del foot core en la estabilidad dinámica de la rodilla”.

El proyecto tiene como finalidad estudiar si existe una relación entre el entrenamiento de control y fuerza de la musculatura del foot core con la estabilidad dinámica de la rodilla. Se dividirá a los participantes en un grupo control y otro grupo intervención, donde este último recibirá una intervención de 8 semanas de entrenamiento de la musculatura del *foot core*. En el proyecto participan jugadores federados en fútbol o básquet en Cataluña. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para que participe en este proyecto de investigación donde se le asignará a uno de los dos grupos mencionados anteriormente, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión: (a) jugador/a de fútbol o básquet federado en Catalunya (b) practicante frecuente (3 veces por semana mínimo entre entrenos y/o partidos), (c) edad entre 18-35 años y (d) no tener una lesión actualmente en extremidades inferiores.

Esta colaboración implica participar en uno de los dos grupos y participar en las fases: 1) Valoración inicial de las variables de estudio, 2) Realizar una intervención 2 veces a la semana durante 8 semanas en el centro Bunkay Gym en Calle Doctor Bergós, nº 11, Ripollet, 08291, Barcelona, 3) Valoración final de las variables de estudio.

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante una hoja de datos Excel codificada según lo asignado, y únicamente el/la investigador/a principal del estudio tendrá acceso.

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

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

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros mediante un correo electrónico a rmorera@edu.tecnocampus.cat.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

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

DECLARO QUE:

He recibido información sobre el proyecto: Eficacia del entrenamiento de fuerza del *foot core* en la estabilidad dinámica de la rodilla, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

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

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

Por todo ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el proyecto: Eficacia del entrenamiento de fuerza del *foot core* en la estabilidad dinámica de la rodilla.
2. Que Roger Morera Casals y su director Víctor Illera puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).
3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En [CIUDAD], a [DIAS/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE]

[FIRMA DEL

DIRECTOR]