



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Comparación de dos programas de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior en futbolistas: un proyecto de investigación

Comparison of two strength training protocols using blood flow restriction after anterior cruciate ligament reconstruction in soccer players: a research project

Comparación de dous programas de forza mediante restrición do fluxo sanguíneo tras reconstrución de ligamento cruzado anterior en futbolistas: un proxecto de investigación



Facultade de
Fisioterapia

Estudiante: D. Iván Fernández García

DNI: 32.722.747 A

Director/a: Profa. Andrea Seijo Ares

Convocatoria: Junio 2023

“En primer lugar, me gustaría dar las gracias y dedicar este Trabajo Fin de Grado que concluye mi grado universitario a mis padres y a mi hermano, por el ánimo y apoyo en todas las esferas de mi vida desde el comienzo, y por brindarme la oportunidad de formarme en lo que me gusta a pesar del esfuerzo que significa para cualquier familia. Gracias a mi abuela, y mi padrino, y gracias a mis abuelos, que a pesar de no poder celebrar este logro conmigo, sé que estáis tan orgullosos como yo de haberlo conseguido.

También me gustaría dar las gracias y dedicárselo a mi pareja que me ha ayudado y apoyado en absolutamente todo, quien me ha acompañado y con quien pude compartir cada logro que hemos conseguido. Por supuesto a mis amigos de toda la vida por amenizarme, apoyarme y permanecer durante estos 4 años a pie del cañón, a pesar de las dificultades y pasar semanas ausente por mi dedicación y lucha para conseguir ciertos objetivos.

Mención especial a “Caos”, el mejor grupo de amigos que hemos podido crear y el mejor recuerdo que me puedo llevar de estos años. Por haberme aportado todo lo necesario para que esta etapa fuera tan bonita y satisfactoria como me esperaba. Un grupo de amigos con el que he pasado horas y horas en clase, con el que he sentido nervios durante cada examen, con el que he celebrado cada aprobado, con el que he viajado y con el que he madurado como persona.

Gracias de corazón a Andrea, por su colaboración durante la realización del trabajo, su implicación desde el primer momento y sus consejos, correcciones, conocimiento y ánimo todos estos meses, que han sido de gran ayuda durante el proceso. Estoy seguro de que no habría podido elegir mejor a la persona que iba a tutorizar este proyecto.

Gracias a todos y cada uno de vosotros que lo habéis hecho posible, esto solo acaba de empezar y estoy convencido de que me falta mucho por aprender y progresar.”

ÍNDICE

1. Resumen.....	6
1. Abstract.....	7
1. Resumen	8
2. Introducción.....	9
2.1 Tipo de trabajo.....	9
2.2 Motivación personal.....	10
3. Contextualización.....	11
3.1 Antecedentes.....	11
3.1.1 Prevalencia	11
3.1.2 La rotura del LCA y sus consecuencias.....	11
3.1.3 Rehabilitación LCA	13
3.1.4 La restricción de flujo sanguíneo.....	13
3.1.5 Dosificación del entrenamiento de fuerza.....	14
3.1.6 Seguridad de la restricción de flujo sanguíneo.....	15
3.2 Justificación del trabajo	16
4. hipótesis y Objetivos	17
4.1 Hipótesis: nula y alternativa	17
4.2 Pregunta de investigación	17
4.3 Objetivos: generales y específicos.....	18
4.3.1 General	18
4.3.2 Específicos.....	18
5. Metodología.....	19
5.1 Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	19
5.2 Ámbito de estudio.....	20
5.3 Periodo de estudio.....	21
5.4 Tipo de estudio	21
5.5 Criterios de selección	22

5.6	Justificación del tamaño muestral	23
5.7	Selección de la muestra	23
5.8	Descripción de las variables a estudiar	25
5.9	Mediciones e intervención.....	28
5.9.1	Valoración inicial.....	28
5.9.2	Descripción grupo control.....	30
5.9.3	Descripción grupo de intervención	32
5.9.4	Valoración intrasesión	41
5.9.5	Valoración a las 4, 8 y 12 semanas	42
5.9.6	Valoración tardía.....	42
5.10	Análisis estadístico de los datos	42
5.11	Limitaciones del estudio	43
6.	CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO.....	45
7.	ASPECTOS ÉTICO-LEGALES.....	48
8.	APLICABILIDAD DEL ESTUDIO	49
9.	plan de difusión de los resultados	50
9.1	Congresos	50
9.2	Revistas	50
10.	MEMORIA ECONÓMICA.....	51
10.1	Recursos necesarios.....	51
10.2	Distribución del presupuesto.....	52
10.3	Posibles fuentes de financiación.....	54
11.	BIBLIOGRAFÍA	55
12.	ANEXOS.....	61
	ANEXO I: CUESTIONARIO TSK-11SV	61
	ANEXO II: CUESTINARIO KOOS (Knee Osteoarthritis Outcomes Scale).....	62
	ANEXO III: CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN AL COMITÉ AUTONÓMICO DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE GALICIA	67

ANEXO IV: HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE/PARTICIPANTE	69
ANEXO V: DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	73
ANEXO VI: PÓSTER INFORMATIVO	74
ANEXO VII: TRÍPTICO INFORMATIVO	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Términos MeSH empleados en la búsqueda	19
Tabla II. Búsquedas realizadas en PubMed.....	19
Tabla III. Clasificación de las variables de estudio.....	25
Tabla IV. Medición de las variables independientes.....	25
Tabla V. Medición de las variables dependientes	26
Tabla VI. Planificación de entrenamiento de fuerza del grupo control.....	30
Tabla VII. Planificación de entrenamiento Cadena anterior (grupo de intervención).....	33
Tabla VIII. Planificación de entrenamiento Cadena posterior (grupo de intervención).....	35
Tabla IX. Planificación de entrenamiento Cadena posterior (grupo de intervención).....	36
Tabla X. Cronograma primera y segunda publicación.....	45
Tabla XI. Horario de los fisioterapeutas durante la intervención.....	47
Tabla XII. Revistas científicas.....	51
Tabla XIII. Recursos necesarios.....	51
Tabla XIV. Distribución del presupuesto.....	52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Dispositivo Kaatsu C3.....	14
Imagen 2. Escala Visual Analógica.....	27
Imagen 3 y 4. Leg Press unilateral en prensa inclinada.....	30
Imagen 5 y 6. Flexo-extensión en silla 0-90 grados de flexión de rodilla.....	31
Imagen 7 y 8. Cuádriceps isométrico (rodilla extendida)	33
Imagen 9 y 10. Elevación de la pierna recta (flexión de cadera, rodilla extendida).....	34
Imagen 11 y 12. Flexo-extensión de rodilla en silla (0-90 grados)	34
Imagen 13 y 14. Flexión de rodilla en prono.....	35
Imagen 15 y 16. Banco de isquiotibiales / femoral.....	35
Imagen 17 y 18. Flexión de rodilla en bipedestación.....	36

Imagen 19 y 20. Sentadilla con fitball 0-60/90 grados.....	37
Imagen 20 y 21. Leg press unilateral.....	37
Imagen 22, 23, 24 y 25. Variedades de sentadilla para aprender la técnica.....	38
Imagen 26 y 27. Variedad de peso muerto para aprender la técnica.	38
Imagen 28, 29, 30, 31, 32 y 33. Sentadilla con peso.....	39
Imagen 34 y 35. Peso muerto con carga externa.....	40

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

ACL Anterior Cruciate Ligament

AEF Asociación Española de Fisioterapia

BFR Blood Flow Restriction

CCC Cadena cinética cerrada

CEI Comité de ética de la investigación

CEIC Comité Ético de Investigación Clínica

CIOMS Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas

COFIGA Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia

CV Calidad de Vida

ECA Ensayo Clínico Aleatorizado

EVA Escala Visual Analógica

FC Frecuencia Cardíaca

FI Factor de Impacto

GH Hormona de Crecimiento

HTH Hueso – tendón rotuliano – hueso

IMC Índice de Masa Corporal

JCR Journal Citation Reports

KOOS	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LLI	Ligamento Lateral Interno
MeSH	Medical Subject Headings
OMS	Organización Mundial de la Salud
PICO	Paciente, Intervención, Comparación, Resultado (Outcome)
RCT	Randomized Clinical Trial
RFGF	Real Federación Gallega de Fútbol
RFS	Restricción de Flujo Sanguíneo
RM	Repetición Máxima
RMN	Resonancia Magnética
RTP	Return To Play
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
ST-RI	Semitendinoso – recto interno
TA	Tensión arterial
TSK-11	Tampa Scale for Kinesiophobia
TTO	Tratamiento
UDC	Universidade da Coruña
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencias y la Cultura

1. RESUMEN

Introducción

La rotura y reconstrucción de ligamento cruzado anterior predomina en deportes como el fútbol. El impacto que genera la propia lesión abarca todas las esferas, y su rehabilitación es larga, limitando incluso el regreso a la competición deportiva.

Debido a este motivo, surgen métodos alternativos basados en ejercicio terapéutico que pretenden facilitar y/o potenciar la rehabilitación, como en este caso, la restricción de flujo sanguíneo. Este método permite ganar fuerza y masa muscular con cargas más bajas, ofreciendo una alternativa terapéutica para determinados períodos o casos clínicos en los que el trabajo con altas cargas no es una posibilidad de tratamiento.

Objetivo

El objetivo es comparar dos propuestas de entrenamiento de fuerza con el uso de la restricción de flujo sanguíneo con el fin de mejorar los resultados de estudios previos y alcanzar un protocolo que permita la individualización según el/la futbolista. Las variables principales a estudiar son la fuerza de isquiotibiales y de cuádriceps. Otras variables son la hipertrofia, funcionalidad, dolor, calidad de vida, el tiempo de regreso a la práctica deportiva y la recidiva a los dos años.

Material y método

Se propone un Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA) paralelo y controlado, cegado por terceros. Será un estudio analítico, longitudinal, experimental y prospectivo.

El grupo control recibe una intervención mediante restricción de flujo sanguíneo ya testada y con resultados positivos en un estudio previo, y el grupo de intervención recibe una nueva propuesta individualizada, del mismo método. La duración del programa son 12 semanas con 2 o 3 sesiones semanales dependiendo el grupo. Las valoraciones se realizan cada 4 semanas y un seguimiento posterior de 2 años.

Palabras clave

Restricción de flujo sanguíneo, ligamento cruzado anterior, fútbol, deporte y fisioterapia.

1. ABSTRACT

Background

Anterior cruciate ligament rupture and reconstruction predominates in sports, mainly football. The impact generated by the injury itself covers all spheres, and its rehabilitation is long-lasting, and sometimes entails difficulties that imply not returning to competition.

Due to this reason, alternative methods arise that aim to facilitate or enhance rehabilitation, based on therapeutic exercise, as in this case the blood flow restriction method. This method allows gaining strength and muscle mass with lower loads, offering a therapeutic alternative for certain periods or clinical cases in which work with high loads is not a possibility of treatment.

Objective

The objective is to compare two proposals for strength training with the use of blood flow restriction, in order to improve the results of previous studies and achieve a protocol that allows individualization according to the player. The main variables to be studied are the strength of hamstrings and quadriceps. Other variables are hypertrophy, functionality, pain, quality of life, time to return to sports practice and reinjury at two years.

Methods

A parallel and controlled Randomized Clinical Trial (RCT), blinded by third parties, is proposed. It will be an analytical, longitudinal, experimental, and prospective study.

The control group receives an intervention through blood flow restriction already tested and with positive results, and the intervention group receives an individualized proposal with the same method. The duration of the program is 12 weeks with 2 or 3 weekly sessions depending on the group and making assessments every 4 weeks, with a subsequent follow-up of 2 years.

Keywords

Blood flow restriction, anterior cruciate ligament, soccer, sport and physical therapy

1. RESUMO

Introdución (opcional)

A rotura e reconstrucción de ligamento cruzado anterior predomina en deportes como o fútbol. O impacto que xera a propia lesión abrangue todas as esferas, e a súa rehabilitación é longa, limitando mesmo o regreso á competición deportiva.

Debido a este motivo, xorden métodos alternativos basados no exercicio terapéutico que pretenden facilitar e/ou potenciar a rehabilitación, como neste caso, a restricción de fluxo sanguíneo. Este método permite gañar forza e masa muscular con cargas máis baixas, ofrecendo unha alternativa terapéutica para determinados períodos ou casos clínicos nos que o traballo con altas cargas, non é unha posibilidade de tratamento.

Obxectivo

O obxectivo é comparar dúas propostas de adestramento de forza co uso da restricción de fluxo sanguíneo co fin de mellorar os resultados de estudos previos e acadar un protocolo que permita a individualización segundo o/a futbolista. As variables principais que se van estudar son a forza de isquiotibiais e de cuádriceps. Outras variables son a hipertrofia, funcionalidade, dor, calidade de vida, o tempo de regreso á práctica deportiva e a recidiva aos dous anos.

Material e método

Proponse un Ensaio Clínico Aleatorizado (ECA) paralelo e controlado, cegado por terceiros. Será un estudo analítico, lonxitudinal, experimental e prospectivo.

O grupo control recibe unha intervención mediante restricción de fluxo sanguíneo xa testada e con resultados positivos nun estudo previo, e o grupo de intervención recibe unha nova proposta individualizada, do mesmo método. A duración do programa son 12 semanas con 2 ou 3 sesións semanais dependendo o grupo. As valoracións realízanse cada 4 semanas e un seguimento posterior de 2 anos.

Palabras chave

Restricción de fluxo sanguíneo, ligamento cruzado anterior, fútbol, deporte e fisioterapia

2. INTRODUCCIÓN

2.1 TIPO DE TRABAJO

El tipo de trabajo seleccionado para la realización de este Trabajo Fin de Grado es un **proyecto de investigación**.

Un proyecto de investigación pretende dar respuesta a un problema o buscar una conclusión final acerca de un método de tratamiento, tratando de averiguar la efectividad, la dosis adecuada para su uso, etc.

El tipo de estudio seleccionado será un **ensayo clínico aleatorizado paralelo**, que nos permite evaluar dos protocolos de entrenamiento de fuerza con el uso de restricción de flujo sanguíneo (RFS), modificando el planteamiento y los ejercicios, tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA), en este caso, aplicado sobre futbolistas.

Uno de los grupos será el **grupo control**, que recibirá una propuesta llevada a cabo en el ensayo de Vieira de Melo et al. (2022) que tuvo resultados positivos en pacientes tras reconstrucción de LCA. Por otro lado, el **grupo de intervención** recibirá una nueva propuesta planteada en este estudio, enfocada a la rehabilitación de LCA en futbolistas, con unas variaciones importantes en las características de la muestra, no encontrada previamente en ningún estudio. El protocolo propuesto es más exigente y pauta una progresión de los ejercicios de forma totalmente **individualizada**, tratando de potenciar todavía más los efectos positivos de este método de entrenamiento con el fin de confirmar que es un método alternativo adecuado para esta población, especialmente en fases iniciales de la intervención o tras un tratamiento convencional fallido.

Por tanto, se trata de un estudio **analítico** debido a que pretende establecer una asociación o relación causa-efecto entre el tratamiento aplicado y el desenlace o estado final de los participantes. Es un estudio **longitudinal**, ya que las variables se estudian con un lapso de tiempo entre ellas y no todas en un momento determinado. Es un estudio **experimental**, debido a que el investigador tendrá en todo momento el control de la intervención decidiendo qué sujetos recibirán el tratamiento y qué tratamiento, todo mediante un plan establecido previamente. Además, es **prospectivo**, porque el inicio es anterior a los hechos estudiados y los diferentes datos se recogen con el paso del tiempo y realización del tratamiento.

2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

La motivación personal principal que me aportó el interés hacia la elección de esta temática es mi pasión por el deporte, concretamente por el fútbol, deporte que he practicado ya durante más de 18 años a diversos niveles y en el que he presenciado tanto roturas de ligamento cruzado anterior (LCA) como el abandono deportivo tras esta lesión.

En el fútbol la lesión de LCA, concretamente la rotura del mismo, es algo muy común, con su posterior cirugía y rehabilitación, que es duradera, dolorosa y compleja. Cabe destacar que, tras esta lesión, entre un 12-23% de deportistas no vuelven a su deporte tras la rotura (1), y un 50% no regresan a la competición, por tanto tiene un impacto deportivo y personal claramente elevado (2).

Debido a esto, me surge la idea de buscar un método que permita conseguir mejores resultados en cuanto a la ganancia de fuerza, especialmente en aquellos futbolistas que no soportan la realización de una terapia o rehabilitación convencional, bien sea por dolor, imposibilidad de soportar cargas elevadas u otros aspectos.

El objetivo de este proyecto es conseguir un método que permita acelerar el proceso de rehabilitación, siendo de calidad y consiguiendo mejores resultados que la rehabilitación convencional, y poder optar por un método alternativo cuando el convencional no es apropiado.

Por ello, he determinado que el uso de la restricción de flujo sanguíneo puede ser una muy buena aportación hacia la fisioterapia, en especial cuando se requiere trabajo de fuerza pero el cuadro clínico no permite emplear cargas elevadas.

Con esta propuesta de estudio, se pretende comprobar el máximo potencial de la terapia del entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo mediante una planificación basada en la progresión e individualización, para conseguir los mayores efectos, evitando el dolor o dificultades que puede generar un trabajo de fuerza convencional en un postoperatorio, como en este caso el de reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

Uno de los fines de este proyecto es establecer unos cimientos firmes para el uso de la restricción de flujo sanguíneo como un arma terapéutica beneficiosa, con garantías en las diferentes poblaciones y contando con un método más para reducir el tiempo de rehabilitación tras reconstrucción de LCA, y/o como método alternativo en caso de no triunfar la terapia convencional.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 Prevalencia

La lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) tiene gran relevancia debido a su alta prevalencia tanto en población general como en deportistas, así como una recuperación duradera y su posterior relación con la osteoartritis de rodilla, actuando como factor de riesgo principal (3,4).

La Asociación Española de Artroscopia llevó a cabo un estudio para conocer el número de artroscopias realizadas y patologías más frecuentes en España, y concluyó que se realizan un total de 16821 cirugías de LCA al año en España (5), con una prevalencia de **4 casos al año por cada 1000 habitantes**.

Solo en Estados Unidos, alrededor de 250 mil personas sufren una rotura de LCA (6) y se dan en torno a 100 mil operaciones de reconstrucción de LCA al año (7).

3.1.2 La rotura del LCA y sus consecuencias

El LCA es uno de los 4 ligamentos principales de la articulación, cuya función principal es evitar el desplazamiento anterior de la tibia. A mayores, evita la extensión forzada, movimientos de valgo, varo y rotaciones de tibia, y protege al menisco de ciertas fuerzas mecánicas que se dan al saltar, correr, pivotar y otras situaciones que son comunes en el deporte en general.

Se puede dividir en dos fascículos separados funcional y anatómicamente, el fascículo anteromedial y el posterolateral según su inserción tibial, que influye en la orientación de las fibras y la tensión que reciben según el movimiento y posición de la rodilla (8).

La **rotura total de LCA** no solo supone un problema mecánico en la articulación de la rodilla que se resume en inestabilidad, sino que se da un **déficit funcional** debido a que es la estructura más propioceptiva de la articulación por la cantidad de mecanorreceptores que existen en sus fibras (9).

En cuanto al mecanismo lesional, se puede diferenciar entre un **mecanismo lesional directo**, debido a un traumatismo por un golpe o caída, o bien un **mecanismo indirecto**, como el valgo dinámico de rodilla. Este se da principalmente en recepción de saltos, deceleraciones o cambios de dirección con el pie fijo en el suelo.

Cabe destacar, según Boden et al. que casi el **75%** de lesiones de LCA se producen **sin contacto**, y que las deportistas femeninas sufren esta lesión entre 2 y 8 veces más que los

deportistas masculinos (10). Sin embargo, según un vídeo análisis llevado a cabo por Francesco Della Villa et al. (11) se estima que en el fútbol casi el **90%** de roturas de LCA se producen **sin un impacto directo**.

El **tiempo de regreso al juego** en el fútbol tras una rotura de LCA es de **7 a 7,4** meses (12,13), registrando un rendimiento inferior durante las 2 siguientes temporadas, y ampliándose este plazo hasta las 3 temporadas en caso de jugadores ofensivos. Por tanto, produce un gran impacto socioeconómico, deportivo y personal.

Según Bjordal et al. la incidencia de lesión de LCA en fútbol es de 0,063 por cada 1000 horas, siendo mayor en mujeres (0,10) frente 0,057 en hombres. Además, confirman que la incidencia es 4 veces mayor durante los partidos que entrenamientos, indicando la importancia del nivel e intensidad de juego en el ratio de lesión (14).

Según el estudio de Ardern et al. en 2014, tras la reconstrucción quirúrgica del LCA, el **81%** de deportistas **retomaron su actividad**, el **65%** al **nivel deportivo previo** y el **51%** **regresaron a la competición pero el otro 49% no lo hace** (2). En deportistas de élite, según Lai et al. 2018, entre un 77% y 88% de los deportistas de élite regresaron a su deporte tras una reconstrucción de ligamento cruzado, con un tiempo de vuelta al deporte entre 6 y 13 meses (1). Siendo datos indicativos de lo que se prolonga en el tiempo la baja deportiva y de los porcentajes de futbolistas que no se vuelven a incorporar a la misma o de hacerlo lo hacen en un nivel inferior de competición.

Cabe destacar que las **variables sociales y psicológicas** pueden suponer un retraso para el rendimiento y regreso al deporte (15), hasta tal punto que muchos no regresan a causa del **miedo de volver a sufrir una lesión**, que es un factor psicosocial muy condicionante tras este tipo de lesión (16).

Por ejemplo, deportistas que tienen una puntuación mayor o igual a 19 en la “Tampa Scale for Kinesiophobia” (TSK-11) tienen **13 veces más riesgo** de recidiva. (17) (ver Anexo I).

La rotura de LCA supone una **atrofia y debilidad muscular** postoperatoria elevada. Las deficiencias de fuerza en el **cuádriceps** se asocian a resultados negativos a corto y largo plazo, como una menor tasa de “return to play” (RTP), reducción de calidad de vida y osteoartritis temprana, por tanto es importante abordar la debilidad muscular como un factor crucial a subsanar. A destacar también la importancia de los **isquiotibiales**, su activación impide el desplazamiento anterior de la tibia y rotación interna, aportando estabilidad activa a la rodilla y disminuyendo la carga recibida por el LCA y el riesgo de lesión (18,19).

Se produce una **alteración biomecánica** en la articulación de la rodilla en relación a la fuerza-resistencia muscular y alteraciones muy importantes en la propiocepción y control motor, debido entre otras causas, a debilidad muscular de extensores y flexores, aumentando el riesgo de recidiva (20).

Según el estudio de Paterno et al., el **riesgo de recidiva** en los primeros 24 meses tras una rotura de ligamento cruzado anterior **es 6 veces mayor que en personas sanas** (21).

3.1.3 Rehabilitación LCA

La cirugía de reconstrucción de LCA requiere una rehabilitación duradera, que parte de un deportista con un movimiento y fuerza muy limitados, hasta alcanzar un estado similar previo a la cirugía.

Los puntos de partida son el control de la inflamación postquirúrgica, la movilización inmediata, el inicio de carga sobre la articulación, la ganancia de rango articular y como prioridad, conseguir el rango completo de extensión de rodilla (15).

Posteriormente, la rehabilitación se centrará en la **ganancia de fuerza**, control motor y propiocepción, progresando en las tareas hacia el deporte o nivel de actividad previo.

Existen multitud de protocolos descritos en la literatura, pero la rehabilitación se ha ido individualizando cada vez más, de tal forma que los protocolos son modificables, y se utilizan para establecer las bases de la rehabilitación.

3.1.4 La restricción de flujo sanguíneo

El entrenamiento de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo es nativo de **Japón**, y es conocido por el método "**kaatsu**", inventado por Yoshiaki Sato en 1973, aunque hay indicios de 1966 en los que se había utilizado.

Yoshiaki Sato comenzó a investigar acerca del método Kaatsu mediante un método de "ensayo-error", en el que empleaba la restricción de flujo consigo mismo, tratando de identificar la presión y dosificación adecuadas, como método de recuperación de fuerza tras diversas lesiones que había sufrido. (22)

La investigación más pura y metodológica en torno a este método se ha iniciado en 1995, concretamente en la Universidad de Tokyo, consiguiendo aumentar la velocidad de rehabilitación y recuperación mediante este medio.



La RFS es una técnica que combina el **ejercicio de baja intensidad** con la **oclusión de flujo sanguíneo** mediante el uso de una **correa o manguito neumático**, que se coloca **proximal al músculo que se ejercita**. Esta técnica restringe parcialmente la entrada de sangre arterial pero ocluye la salida venosa, generando hipoxia e imitando los efectos fisiológicos del ejercicio de alta intensidad (23) sin la necesidad de emplear cargas tan altas.

Imagen 1. Dispositivo Kaatsu @C3 (obtenida de la web oficial <https://kaatsu.com.sg/>)

La bibliografía actual acerca de los efectos fisiológicos de este método confirma que mediante el uso de la **RFS combinada con ejercicio de baja intensidad** se produce una **isquemia local adicional** así como **hipoxia**. Esto conduce a un aumento de los estímulos metabólicos, inflamación de las células musculares y aumento del estrés oxidativo (24). Además, se han observado aumentos en la concentración de **lactato** y de la **hormona del crecimiento (GH)** tras su realización, estando esta última relacionada con la presión del manguito, es decir, a mayor presión, mayor cantidad de hormona GH (25).

La clave del entrenamiento de fuerza bajo RFS relacionado con la fisioterapia es que permite entrenar la **fuerza** y generar **hipertrofia** durante las **fases tempranas** de la rehabilitación o **situaciones** en las que **no se toleran cargas tan altas** (26); bien sea por dolor, impotencia funcional, o bien por evitar estímulos de carga excesiva sobre la plastia como un en una reconstrucción de LCA, respetando los tiempos del proceso de curación.

3.1.5 Dosificación del entrenamiento de fuerza

El American College of Sports Medicine (27) realiza ciertas recomendaciones de carga del entrenamiento de fuerza, de tal forma que:

- Individuos principiantes deben emplear un 60% de 1RM
- En Individuos experimentados lo ideal sería emplear el 80% de 1RM
- En atletas se recomienda entrenar sobre el 85% de 1RM.

Finalmente, recomiendan emplear 60-70% de 1RM entre 8 y 12 repeticiones para principiantes e intermedios, y para individuos avanzados en el entre el 80 y 100% de 1RM.

Sin embargo, las cargas de entrenamiento mediante el uso de RFS son menores (**20-30% de 1RM** realizando entre **15 y 30 repeticiones por serie**), lo que implica una sobrecarga menor hacia los tejidos y una menor exigencia muscular, con menor probabilidad de generar dolor, siendo un método ideal durante el proceso de rehabilitación.(26)

Las ganancias de fuerza muscular observadas en RFS son claras y están demostradas en diferentes publicaciones o estudios (28). Resultando obtener beneficios en cuanto a **hipertrofia y ganancia de fuerza**, muy similares a la alta carga. (23,29,30).

En cuadros tendinosos, la RFS puede llegar a generar cambios estructurales similares al entrenamiento de fuerza convencional de alta carga en aquellos tendones que presentan cambios estructurales patológicos , es decir, tendinopatías (31).

Por ello, RFS parece un método totalmente adecuado para aquellos tratamientos en los no se deba aplicar cargas altas (32).

Según el meta-análisis de Loenneke et al., (33) emplear la restricción de flujo sanguíneo entre **2 y 3 veces por semana** tuvo un **mejor resultado** en comparación con **4 o 5 veces por semana**.

De esta forma, la finalidad de este proyecto es englobar a todos/as los/as futbolistas que se puedan beneficiar de este método, incluyendo posoperatorios inmediatos (10-15 días tras la cirugía) y futbolistas a los/as que el entrenamiento de fuerza convencional fracasó durante su rehabilitación, causando cuadros inflamatorios, retraso en los objetivos a alcanzar o excesivo dolor.

3.1.6 Seguridad de la restricción de flujo sanguíneo

Las principales **contraindicaciones** del uso de restricción de flujo sanguíneo (RFS) se centran en el **sistema cardiovascular** (26), debido a que el sistema RFS actúa directamente sobre este mientras se ejecutan los ejercicios. De esta forma, las contraindicaciones principales son:

- Trastornos de coagulación
- Hipertensión descontrolada
- Mala circulación sanguínea
- Diabetes
- Varices
- Enfermedad vascular periférica
- Diabetes (descontrolada)
- Cáncer
- Infección activa
- Compromiso renal
- Embarazo
- Intolerancia a la intervención

En cuanto a los **efectos secundarios** que puede producir el uso de RFS, los más habituales son malestar, dolor y estrés cardíaco (aumento FC, aumento TA), y otros más graves como entumecimiento, hematoma, mareos o desmayos, formación de trombos y rabiomólisis.

Sin embargo, la investigación realizada por Loenneke et al., (34) respecto la seguridad de la RFS, informa que, en un **ambiente controlado**, es una **alternativa segura** para la mayoría de personas independientemente de la edad y estado de entrenamiento.

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La cirugía de ligamento cruzado anterior (LCA) es de las más comunes en el ámbito deportivo, especialmente en el fútbol en todos sus niveles, tanto profesional, como semiprofesional y amateur.

Debido al tiempo de espera previo a la cirugía así como la posterior inmovilización y lo que supone esta cirugía, los deportistas tienden a **perder fuerza y masa muscular**. Permanecen con esa **disminución de fuerza** incluso **12 y 24 meses después** de la cirugía, con lo que esto conlleva a nivel de salud, deportivo y personal. Por ello, es un objetivo fundamental a la hora de realizar la rehabilitación y permitir una vuelta al juego del deportista lo más precoz y segura posible y reduciendo al máximo el riesgo de recidiva.

Resulta necesario destacar que en el posoperatorio inmediato (2 primeras semanas tras la cirugía) los objetivos se centrarán en controlar el proceso inflamatorio y reducir el dolor, proteger la plastia, restaurar la movilidad de la rótula, recuperar el rango articular de extensión y progresar con la ganancia en flexión, restablecer el control muscular de la zona y comenzar a caminar con ayudas, de forma progresiva.

La progresión de la intervención continua en la tercera semana aproximadamente, con el objetivo de ganancia de rango articular, para normalizar la extensión total de rodilla y seguir incrementando la flexión. Es en esta fase cuando se iniciará la **recuperación** de la propiocepción y **fuerza muscular**.

Esta última, es una fase muy duradera y a veces dificultosa. En algunos casos se debe retrasar el entrenamiento intensivo de fuerza, bien porque no se han alcanzado ciertos objetivos previos, o porque todavía no es tolerada por el/la deportista. Además, la rotura de LCA puede acompañarse de **lesiones** que **no permitan el uso de alta carga**, o esta puede generar **inflamación post-ejercicio** o **dolor excesivo**. Por ello, el entrenamiento de la fuerza mediante **RFS con baja carga** puede ser una **alternativa** para estos casos, en los

que se deben atrasar los plazos o hay total imposibilidad de realizar ejercicios con cargas elevadas, ralentizando la recuperación de fuerza.

El entrenamiento de la fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tiene el objetivo de **augmentar la fuerza** empleando **cargas más bajas** que el **entrenamiento convencional**, lo que permite trabajar en las primeras fases postoperatorias, con la oportunidad de soportar el dolor frente al uso de cargas altas, evitar la inflamación post-ejercicio, o respetar los tiempos biológicos de las plastias

Actualmente hay evidencia de que se hayan conseguido **resultados similares** a los alcanzados con entrenamiento de fuerza convencional con alta carga, sin embargo, no se ha experimentado con una **progresión de ejercicios**, ni con una muestra con características homogéneas en cuanto a la práctica deportiva, ni concretas de intervención convencional fallida.

De esta forma, este estudio pretende poner en práctica el método de RFS en una población que incluya todos los futbolistas que se puedan aprovechar de este método, empleando una progresión de ejercicios basada en la individualización y un método ya testado con buenos resultados en pacientes con rotura de LCA, con el objetivo de potenciar este método y mejorar los resultados previos alcanzados.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

4.1 HIPÓTESIS: NULA Y ALTERNATIVA

Hipótesis nula: **no se observan diferencias significativas** en cuanto a ganancia de fuerza, dolor, funcionalidad, tiempo de regreso al deporte y recidiva entre los protocolos de entrenamiento de fuerza bajo restricción de flujo sanguíneo aplicados sobre el grupo control y grupo experimental.

Hipótesis alternativa: **El programa de fuerza del grupo experimental** presenta **mayores beneficios** en relación a la ganancia de fuerza, dolor, funcionalidad, tiempo de regreso al deporte y recidiva.

4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta de investigación a la que se pretende dar respuesta mediante este proyecto de estudio se podría expresar fácilmente mediante la estructura **PICO**, que fue descrita por Mark Ebell, tal que:

- P: futbolista tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior
La "P" es el "problema o paciente" sobre el que se estudiará
- I: programa de entrenamiento de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo
La "I" es la intervención que se va a analizar y estudiar
- C: programa de entrenamiento de fuerza progresivo mediante restricción de flujo sanguíneo
La "C" es la comparación, indicando qué intervención es más efectiva para ese paciente.
- O: fuerza (strength), hipertrofia (hypertrophy), dolor (pain), funcionalidad (function), calidad de vida (life quality), regreso al deporte (return to play), recidiva (re-injury).
La "O" son los "outcomes" o resultados, las variables que deben ser medibles y cuantificables, así como tener relevancia clínica, socioeconómica...

De esta forma, se puede observar claramente cuál es la cuestión de estudio o investigación y se comprende con facilidad: "¿Existen diferencias significativas en el empleo de dos programas de entrenamiento de fuerza bajo restricción de flujo sanguíneo en futbolistas tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior en relación a la ganancia de fuerza, hipertrofia, dolor, funcionalidad y tiempo de recuperación?"

4.3 OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS

4.3.1 General

Definir un **protocolo** o una **progresión** adecuada para obtener una **mayor ganancia de fuerza e hipertrofia** en el menor tiempo, con el **mínimo dolor** y adquiriendo la **mayor funcionalidad y calidad de vida** a la hora de realizar un programa bajo restricción de flujo sanguíneo en futbolistas tras LCA, tanto en un momento postoperatorio como tras un tratamiento convencional fallido.

4.3.2 Específicos

- Determinar qué programa produce una mayor ganancia de fuerza de cuádriceps e isquiotibiales, funcionalidad y calidad de vida en 4 semanas, 8 semanas y 12 semanas.
- Determinar qué programa produce una mayor hipertrofia a las 12 semanas.
- Determinar qué programa produce menores niveles de dolor (media semanal).
- Determinar con qué propuesta se consigue una vuelta al deporte más temprana.

- Conocer la recidiva a los 2 años tras el comienzo de la intervención en ambas propuestas.
- Determinar cuál de las dos propuestas obtiene mayores beneficios en aquellos/as futbolistas con tratamiento convencional fallido.

5. METODOLOGÍA

5.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Para la búsqueda bibliográfica del Trabajo de Fin de Grado se han empleado las principales bases de datos con artículos sanitarios como pueden ser PubMed, PEDro y Cochrane Library.

De esta forma, se han realizado búsquedas avanzadas desde el 06/03/2023 tal que:

Tabla I. Términos MeSH empleados en la búsqueda

Palabras Clave	Restricción de flujo sanguíneo	Ligamento cruzado anterior	Fútbol
Términos MeSH	Blood Flow restriction therapy	Anterior cruciate ligament	Soccer

Tabla II. Búsquedas realizadas en PubMed

Búsqueda avanzada	Nº de artículos
("Blood Flow Restriction Therapy"[Mesh] OR "blood flow restriction" [TiAb] OR "BFR" [TiAb]) AND ("Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Injuries"[Mesh] OR "ACL reconstruction" [TiAb]) AND ("Soccer"[Mesh])	0
("Blood Flow Restriction Therapy"[Mesh] OR "blood flow restriction" [TiAb] OR "BFR" [TiAb]) AND ("Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Injuries"[Mesh] OR "ACL reconstruction" [TiAb]).	26

Mediante la **primera búsqueda** no se encuentra **ningún artículo**, debido a que el método todavía no ha sido empleado en población tan específica como son futbolistas, por ello se realizan diferentes búsquedas sin especificar la población, para observar si en algún estudio se han comparado diferentes programas de restricción de flujo sanguíneo en una misma muestra, por ello se elimina el término “soccer” de la búsqueda.

De esta forma, en **PubMed** aparecen **26** artículos publicados desde 2016, incluyendo todo tipo de estudios, sin embargo, analizando todos ellos, ninguno compara dos propuestas de ejercicios diferentes de BFR en una misma muestra, y todavía menos en futbolistas o de forma individualizada, por lo que no responden a la pregunta de este estudio.

Se han realizado búsquedas en otras bases de datos como pueden ser PEDro, Sport Discuss y Scopus con los siguientes resultados:

- Búsqueda avanzada de **PEDro**: “anterior cruciate ligament” AND “blood flow restriction”. Aparecen únicamente 14 artículos publicados desde 2016, de los cuales 3 de ellos son artículos nuevos. Sin embargo, de nuevo, ninguno compara diferentes métodos en una misma muestra, y mucho menos añadiendo una progresión de ejercicios.
- Búsqueda de **Sport Discuss**: se ha empleado la misma búsqueda realizada en PEDro y se han encontrado 23 artículos desde el año 2016, de los cuales 1 revisión sistemática con acceso, 1 estudio de casos con acceso y otros 2 artículos sin acceso gratuito no salían en las demás bases de datos empleadas. De nuevo, no tiene relación directa con la pregunta de estudio.
- Búsqueda de **Scopus**: se ha buscado “(blood AND Flow AND restriction) AND (anterior AND cruciate AND ligament)” desde 2016. En este caso aparecen 57 documentos en total, de los cuales 24 son nuevos, pero ninguno de ellos compara sobre una misma muestra dos planteamientos de RFS ni incluyen futbolistas, ni pacientes con rehabilitación convencional fallida.

Por tanto es un tema adecuado para realizar un proyecto de investigación, y tratar de buscar en esta población una dosificación y progresión adecuadas de los ejercicios en el entrenamiento de fuerza mediante el uso RFS.

5.2 ÁMBITO DE ESTUDIO

Este estudio será realizado en las instalaciones de la **Facultad de Fisioterapia** de la Universidad de la Coruña (**UDC**), ubicada en el Campus Universitario de Oza, mediante un acuerdo de colaboración.

Los participantes serán **futbolistas amateur** federados o federadas en la Federación Gallega de Fútbol **entre 16 y 35 años** que entrenen un **mínimo de 3 días a la semana**, que

deseen participar de forma voluntaria en el proyecto de investigación, y cumplan con todos los criterios de inclusión y exclusión.

5.3 PERIODO DE ESTUDIO

El periodo de estudio comenzará el **01/08/2023**. Se realizarán **2 publicaciones**, la primera de ellas finalizará el **30/06/2024** y la segunda publicación finalizará el **31/08/2026**, concluyendo así con el estudio.

Los participantes se distribuirán en **2 grupos (A y B)** de forma **aleatoria** previa al estudio que indique el orden de distribución para rellenar los 2 grupos con unas características lo más similares en cuanto a sexo, tipo de plastia y si se trata de un momento postquirúrgico o bien una intervención tras tratamiento convencional fallido, tratando que los grupos sean homogéneos.

El entrenamiento de fuerza con **RFS** se comenzará en **combinación con la fisioterapia habitual** según el tratamiento que requiera el paciente para conseguir los objetivos tras la reconstrucción, y este durará **12 semanas**.

5.4 TIPO DE ESTUDIO

El estudio será un **ensayo clínico aleatorizado, paralelo**, con **grupo de control** y un **grupo de intervención**. Se llevarán a cabo dos protocolos de restricción de flujo sanguíneo diferentes, tratando de potenciar los efectos positivos mediante una correcta progresión.

Por tanto, se trata de un estudio **analítico** debido a que pretende establecer una asociación o relación causa-efecto, **longitudinal**, observando una secuencia temporal entre las variables, **experimental**, debido a que el investigador tendrá en todo momento el control de la intervención y **prospectivo**, el inicio es anterior a los hechos estudiados y los diferentes datos se recogen con el paso del tiempo y realización del tratamiento.

Para cegar a los profesionales, se realizará una **valoración cegada por terceros**, tanto la valoración inicial, como las intermedias y la final. Serán realizadas por profesionales que hayan realizado previamente este tipo de valoraciones y no conozcan ni las características, ni finalidad del estudio, ni la muestra.

5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de **inclusión**:

- Jugadores federados en la Real Federación Gallega de Fútbol (RFGF) que entrenen 3 o más días a la semana.
- Jugadores entre 16 y 35 años.
- Rotura completa de LCA diagnosticada mediante RMN.
- Intervenidos de reconstrucción de LCA con plastia autóloga hueso-tendón-hueso (HTH) o tendón de semitendinoso – recto interno (ST-RI).

Y que **cumplan una de las siguientes condiciones**:

- La condición de poder realizar un **tratamiento postquirúrgico inmediato** (10-14 días tras la cirugía).
- En caso de **no tratarse de un postquirúrgico inmediato**, cumplir alguno los **siguientes criterios** que indiquen la **imposibilidad de llevar un tratamiento convencional** tras haberlo intentado:
 - o Excesivo dolor (EVA >4/10) durante la rehabilitación.
 - o Rango articular limitado que no cumple los plazos protocolizados tras tratamiento fisioterápico convencional.
 - o Signos inflamatorios y edema tras la realización de ejercicios de fuerza.
 - o Imposibilidad del trabajo de fuerza con los parámetros marcados como objetivo que generen esa ganancia de fuerza necesaria.

Criterios de **exclusión**:

- Personas que sufran alguna de las contraindicaciones del método:
 - o Individuos con **riesgo cardiovascular** (hipertensión descontrolada, riesgo de trombosis...). Debido a que son **contraindicaciones** para el empleo de restricción de flujo sanguíneo.
 - o Individuos con **antecedentes cardiovasculares** (trombosis, varices, etc).
 - o Individuos con **diabetes descontrolada**.
 - o **Inflamación** reciente, **trastornos hemorrágicos**, hemorragia activa o **infección** en las extremidades inferiores.
- Personas con **IMC mayor a 30,0**.
- Personas que no puedan acudir durante el tiempo estimado de duración de la intervención (3-4 meses desde inicio).

De esta forma, en la muestra se incluye a **todo/a futbolista que se pueda beneficiar** de este método de tratamiento, tanto casos de posoperatorio inmediato como casos más cronicados, empleando un método que pueda ser una alternativa a lo que imposibilitaba un adecuado trabajo y ganancia de fuerza muscular.

5.6 JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

Para la realización del cálculo muestral, se ha solicitado la ayuda de un experto estadístico que forma parte del profesorado de la UDC, el Dr. Jesús Luis Saleta Canosa del área de Medicina Preventiva y Salud Pública.

Para el cálculo de tamaño muestral se ha empleado el programa Epidat, un programa de libre distribución y desarrollado por el Servicio de Epidemiología de la Dirección General de Salud Pública de la Consellería de Sanidad (Xunta de Galicia), con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud y la Universidad CES de Colombia.

De esta forma, debido a que la **variable principal** a estudiar en el proyecto de investigación es la **fuerza muscular**, se ha seleccionado la fuerza muscular de cuádriceps como variable para realizar el cálculo muestral.

Estimando como **clínicamente relevante** una **diferencia** mínima en la fuerza muscular de cuádriceps de **30N** y considerando en base a estudios publicados que la **desviación estándar** en el grupo control es de **26,6Nm** (Newtons x metro) (35) aceptando un riesgo alfa del 5% y deseando tener una capacidad del 95% de detectar dicha diferencia, si existe, estimamos que el número de sujetos a estudiar es de **16 sujetos en cada grupo (n = 32)**, teniendo en cuenta que la potencia del estudio sería del 85%.

De esta forma, la muestra necesaria para la realización del estudio son **32 participantes**, y teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, es relativamente sencillo conseguir esa cantidad en un tiempo corto debido a que es una lesión muy común en el fútbol.

5.7 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra elegida son futbolistas debido a que es una lesión muy común en deportes de contacto que requieren de cambios de dirección y pivotar en una pierna, lo que implica un mayor riesgo de rotura de LCA. Además, no es una técnica estudiada previamente en esta población, y al ser una lesión común, con una rehabilitación habitualmente fallida, facilita la obtención de una muestra amplia para el estudio.

Para la **selección de la muestra**, se realiza **divulgación** previa al comienzo de la temporada regular (agosto y septiembre 2023) a través de la Real Federación Gallega de Fútbol (RFGF) que informará a todos los clubes de fútbol y centros médicos asociados, combinado con **reuniones** para informar de forma más rigurosa, y se distribuirán **pósteres** (Anexo VI) y **trípticos** por las instalaciones (Anexo VII).

De esta forma, cada vez que se diagnostique una rotura de LCA y el/la paciente cumpla los criterios de selección se tratará de notificar directamente a la persona e investigadores para establecer un contacto y preguntando por la voluntariedad de dicho deportista.

En caso de futbolistas que ya estén en el periodo de rehabilitación o recuperación, tendrán la opción de contactar con los investigadores para observar si dicha persona cumple los criterios de inclusión y exclusión, y así poder incluirse en el estudio.

El objetivo es incluir a todo futbolista con rotura de LCA que se pueda beneficiar del método de entrenamiento de fuerza mediante RFS.

Los participantes serán distribuidos en **2 grupos (A y B)**, es decir, el grupo A que será el **grupo control**, y el grupo B que será el **grupo de intervención**.

La **distribución** de los participantes en los dos grupos será **aleatoria** mediante un listado generado previamente al inicio del estudio, teniendo en cuenta el sexo, tipo de plastia, y si se trata de un posoperatorio inmediato o si proviene de una rehabilitación fallida, para **optimizar la muestra** en los dos grupos.

Cada grupo recibirá un protocolo de entrenamiento de fuerza bajo RFS, en los que variarán los ejercicios y progresión. El **grupo control** recibirá una **propuesta** del estudio de **Vieira de Melo** (36), y el **grupo de intervención** recibirá una **nueva propuesta**, estableciendo una **progresión** mediante la **variación de ejercicios estratificada en varias fases** de forma **individualizada** junto con un **aumento de carga**, a diferencia de los estudios previos que solo aumentan la carga. El objetivo es potenciar lo máximo posible este método y los resultados que se pueden alcanzar en futbolistas con dicha lesión.

Ambos grupos lo realizarán durante **12 semanas**. 2 intervenciones el grupo control y 3 el grupo de intervención, llevando a cabo las mismas valoraciones y en las mismas fechas, es decir, la valoración inicial, y a las 4, 8 y 12 semanas.

5.8 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A ESTUDIAR

Las variables a estudiar se dividirán en variables dependientes e independientes. Las variables dependientes se verán influidas y variarán en función de la intervención realizada y otros factores, sin embargo, las variables independientes no dependen de la intervención.

Tabla III. Clasificación de las variables de estudio

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES
Fuerza	Edad
Hipertrofia	Sexo
Dolor	Tipo de plastia
Funcionalidad	IMC
Calidad de vida (CV)	Grupo de estudio (A o B)
Tiempo de recuperación (80% RM) o vuelta al juego	Tipo de paciente (postoperatorio / tto convencional fallido)
Recidiva a los 2 años	

VARIABLES INDEPENDIENTES

En cuanto a las variables independientes, se tendrán en cuenta las que aparecen en la Tabla IV, y se medirán del siguiente modo:

Tabla IV. Medición de las variables independientes

VARIABLE INDEPENDIENTE	MEDICIÓN
Edad	X años
Sexo	Hombre / mujer
Tipo de plastia	HTH / ST-RI
IMC	X kg/m ²
Tipo de paciente	Postoperatorio / Tratamiento convencional fallido
Grupo de estudio	A / B

Edad: se medirá en **años** y se podrán establecer correlaciones con las demás variables mediante agrupaciones de la muestra en distintos **rangos de edad**.

Sexo: se empleará como variable para observar si hay alguna diferencia entre hombres y mujeres en cuanto a resultados y otras variables.

Tipo de plastia: el objetivo es observar si al emplear esta propuesta hay algún tipo de **correlación** en cuanto a la ganancia de fuerza, en relación a los distintos grupos musculares que se van a trabajar durante la intervención.

Habitualmente, tras el empleo de una plastia de HTH la fuerza de cuádriceps suele ser menor que con el uso de una plastia de ST-RI y viceversa. Con el uso de una plastia ST-RI suele haber déficits más grandes en los isquiotibiales, lo cual puede ser contraproducente por su relación con el LCA y las habituales roturas de isquiotibiales en futbolistas.

IMC: se medirá en **kg/m²** calculado tal que $IMC = \frac{Peso (kg)}{Altura (m)^2}$.

Tipo de paciente: se agruparán en postoperatorios inmediatos y participantes que hayan realizado un tratamiento convencional fallido, según los criterios de inclusión, incluyendo cualquier participante que se pueda ver beneficiado.

Grupo de estudio: se dividirá a los participantes del estudio en un grupo A o control y un grupo B o de intervención, según la propuesta de tratamiento llevada a cabo.

VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables dependientes son las más importantes a la hora de realizar el proyecto en este caso. La **fuerza muscular** es la **variable principal**, a mayores se analizarán otras variables como la hipertrofia, funcionalidad, dolor, tiempo de recuperación y recidiva a los 2 años.

Tabla V. Medición de las variables dependientes

VARIABLES DEPENDIENTES		MEDICIÓN
Fuerza	Cuádriceps	Dinamometría isocinética (Newton x metro)
	Isquiotibiales	Dinamometría isométrica manual (Newton)
Hipertrofia		Resonancia Magnética (cm ²)
Dolor		Escala EVA (0-10)
Funcionalidad		Cuestionario KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score)
Calidad de vida (CV)		KOOS subapartado CV

Tiempo de regreso a la práctica deportiva	Meses
Recidiva	SI/NO (medición a los dos años)

Fuerza muscular: es la capacidad del sistema neuromuscular para generar tensión y resistir o vencer una carga externa. Los grupos musculares con mayor importancia tras una reconstrucción de LCA son los **cuádriceps** (20) e **isquiotibiales** (18,19), por ello es esencial medir la fuerza de estos grupos musculares, para conocer si la intervención tiene resultados positivos o negativos.

Para su medición, en este proyecto se ha seleccionado la **dinamometría isocinética** como medición principal, mediante el “Biodex System 3 Dynamometer”, debido a que se trata del método Gold Standard para la evaluación de la fuerza.

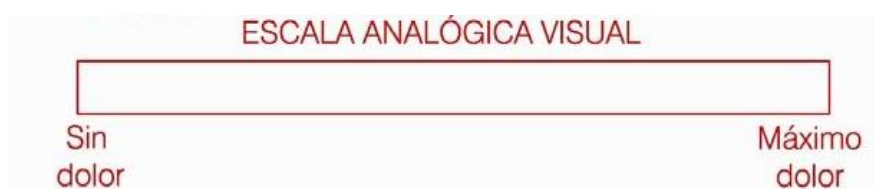
Además, se empleará también la **dinamometría isométrica manual** debido a su validez, fiabilidad y reproductibilidad en comparación con la dinamometría isocinética para el estudio de la fuerza muscular del cuádriceps en pacientes tras una reconstrucción de LCA (37). Para ello se empleará el “MICROFET2® digital handheld dynamometer”.

Hipertrofia: la hipertrofia es el **aumento del tamaño de masa muscular** debido al aumento de tamaño de las fibras musculares, que no se debe confundir con hiperplasia.

La medición de la hipertrofia se puede realizar mediante **RMN** o bien **ecografía**. Para este proyecto se ha elegido la RMN debido a su fiabilidad, exactitud y reproductibilidad, frente a la ecografía, que es clínico-dependiente, y, tiene una reproductibilidad ligeramente menor que la RMN.

Dolor: se ha empleado una **Escala Visual Analógica (EVA)** que medirá exactamente 10 cm, y así objetivar del 0 al 10 el dolor de la persona, la cual se tomará al finalizar cada sesión. Posteriormente se realizará una media semanal, de esta forma se podrá comparar el progreso semanal entre grupos, edades, sexo, tipos de plastia e incluso en un mismo participante.

Imagen 2. Escala Visual Analógica



Funcionalidad: para valorar la funcionalidad, se ha optado por la opción de los **cuestionarios** o scorers, debido a que no existen test funcionales concretos para lesiones ligamentarias de rodilla, o simplemente de rodilla, y no hay una validez como tal.

Por ello, se ha optado por el uso del **Cuestionario KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score)**, validado y traducido al español (38).

El KOOS es un cuestionario autocumplimentado, ampliamente utilizado en la investigación, especialmente ensayos clínicos. Se utiliza habitualmente tanto en casos de reconstrucción de ligamento cruzado, como meniscectomías y otras patologías de rodilla.

Está conformado por 5 subescalas:

- Dolor
- Otros síntomas
- Actividades cotidianas
- Función y actividades deportivas y recreacionales
- Calidad de vida: cabe destacar que conformará también una **variable aparte**

Tiempo de recuperación: a pesar de haber diversos factores que pueden influir en el tiempo de recuperación total, medido en este caso en función al **tiempo de regreso a la práctica deportiva**, se tratará de analizar si hay alguna correlación entre este y la propuesta llevada a cabo en ambos grupos para conocer cuál ha influido más positivamente en ello.

Recidiva: debido a que su recopilación de datos es más tardía, será una variable a determinar en una entrevista con los pacientes **a los 2 años**. Recientes artículos de LCA destacan e insisten sobre la gran cantidad de recidivas, bien sea en la misma rodilla o miembro contralateral (21).

5.9 MEDICIONES E INTERVENCIÓN

5.9.1 Valoración inicial

En cuanto a la valoración inicial, se anotarán las **características** de cada participante incluido en la muestra en cuanto las **variables independientes**, es decir, se tomarán los datos de la edad (años), sexo (hombre/mujer), tipo de plastia (HTH o ST-RI), IMC (kg/m²), tipo de paciente (postoperatorio o tratamiento convencional fallido) y el grupo de estudio al que pertenece durante la intervención (A o B).

A posteriori, una vez se hayan tomado los datos, se realizarán las pruebas necesarias para la recopilación de datos de la valoración inicial de las variables independientes.

- **Fuerza isocinética:** se realizará una medición de la fuerza isocinética mediante el **Byodex System 3 Dynamometer** tal que:
El paciente se situará sentado en la silla del dinamómetro, con la rodilla alineada sobre el punto rojo. Existe la posibilidad de mover el asiento buscando la posición adecuada del paciente.
Ajustar la posición de la rodilla de tal manera que la resistencia esté proximal al maléolo tibial y se asegurará al participante mediante cinchas en la región, así como los hombros, cintura y muslo.
Desde esta posición el recorrido realizado será **desde máxima flexión hasta la extensión y viceversa**.
Se realizarán **5 intentos** de prueba con empleo de fuerza submáxima para **familiarizarse** con la prueba. Tras 3 minutos de descanso, se **realizarán 5 repeticiones máximas** con **30 segundos de descanso** entre ellas a una velocidad de **60°/s** y **10 repeticiones máximas** con **30 segundos de descanso** entre ellas a una velocidad de **300°/s**.
- **Fuerza isométrica:** para ello se empleará el “**MICROFET2® digital handheld dynamometer**”.
Se realizarán **3 mediciones de flexión** y **3 de extensión** con **30 segundos de descanso** entre cada repetición, para hallar una media. Previamente, se realizan **3 pruebas submáximas** para la **familiarización** con la prueba.
Para la medición de la fuerza extensora o de cuádriceps, el paciente permanecerá sentado sobre una silla, con respaldo y cinchado, con los brazos cruzados sobre el pecho y flexión de 90° de cadera y rodillas.
El dinamómetro se situará sobre la tibia, en torno a 5 centímetros proximal al maléolo peroneal, y desde esa posición se valorará la fuerza isométrica.
Para la medición de la fuerza flexora o de isquiotibiales, el paciente se situará en la misma posición y el dinamómetro manual se colocará en el tríceps sural, a la misma altura que en la medición previa, a ser posible encinchado mediante una banda inelástica a una superficie o algo fijo, para realizar la resistencia, sino será manual en todo momento buscando la isometría (39).
- **Hipertrofia:** la medición de la hipertrofia será realizada mediante una **resonancia magnética** (RMN), a la que se aplicará una **medición de las áreas (cm²)** de los grupos musculares flexores y extensores de rodilla.

- Funcionalidad: se rellenará el **cuestionario KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score)**
- Calidad de Vida: se analizará mediante el **subapartado de calidad de vida del Cuestionario KOOS**

5.9.2 Descripción grupo control

Tabla VI. Planificación de entrenamiento de fuerza del grupo control

Dosificación general: entrenamiento de fuerza 2 veces por semana, durante 12 semanas.

Semana 1-12	1. "Leg press" unilateral en prensa inclinada	<ul style="list-style-type: none">- 80%RFS- 1x30 + 3x15 al 30%1RM- 2s concéntrico 2s excéntrico- 30s descanso entre serie
	2. Flexo-extensión en silla entre 0 y 90 grados de flexion de rodilla	<ul style="list-style-type: none">- 80%RFS- 1x30 y 3x15 al 30%1RM- 2s concéntrico 2s excéntrico- 30s descanso entre serie

Imagen 3 y 4. Leg Press unilateral en prensa inclinada.



Imagen 5 y 6. Flexo-extensión en silla 0-90 grados de flexión de rodilla.



En caso de introducir peso en la flexo-extensión de rodilla, se situará una **carga adicional** en la **región proximal de la pierna**, para evitar el desplazamiento anterior de la tibia.

Para la RFS se ha optado por la marca comercial Kaatsu® con su dispositivo **Kaatsu C3**. Para su uso, se ha optado por **medir la tensión arterial** del paciente mediante un **esfingomanómetro** o **tensiómetro** con el manguito adaptado al muslo.

De esta forma, una vez se obtenga la tensión arterial en el muslo se utilizará el dispositivo Kaatsu® para generar una **presión** que restrinja el flujo sanguíneo en un **80%**, generando una presión u oclusión de flujo del 80% de la tensión arterial del paciente (36,40–42)

En todos los ejercicios realizados la banda Kaatsu® se situará en la **región proximal del muslo** del futbolista.

Cabe destacar que la banda Kaatsu se revisa en cada serie, y en caso de pérdida de presión por el movimiento se aumenta la presión ligeramente a lo preestablecido. **Entre cada ejercicio** se descansa **5 minutos sin RFS** para normalizar la perfusión sanguínea.

En esta propuesta, la **única progresión** que hay en cuanto a las sesiones y ejercicios a realizar se basa en el **aumento de carga**.

La **carga externa** se verá **incrementada en un 10%** cada vez que se complete el entrenamiento con una carga durante 2 sesiones seguidas o bien al finalizar la semana 4, semana 8 y semana 12 (36).

Si el participante debido a fatiga u otro factor no puede realizar la repetición, se detiene el ejercicio, se descansan los 5 minutos y se realiza el siguiente. En caso de tampoco ser posible se detiene la sesión y en la próxima sesión se reduce el peso al nivel previo.

Todo ello será registrado, si es **reiterado** en un mismo participante **se eliminarán sus datos** para evitar sesgos.

5.9.3 Descripción grupo de intervención

El grupo intervención realizará una propuesta que tiene como objetivo mejorar los resultados obtenidos previamente en otros estudios y el grupo control, potenciando el método de RFS.

Para la realización del programa se han observado diferentes protocolos / programas de entrenamiento tras reconstrucción de LCA, así como diferentes estudios acerca de la rehabilitación del mismo, e incluso una guía de práctica clínica (43,44).

Tiene una **progresión de ejercicios individualizada** en cuanto a los grupos musculares a trabajar (cadena anterior, cadena posterior y cadena cinética cerrada) dividido en **2 fases cada grupo muscular** y a mayores una **fase A y fase B** para los ejercicios de **cadena cinética cerrada**. De esta forma, se progresa en cuanto a dificultad, complejidad y carga, seleccionando los ejercicios en base a una individualización durante las 12 semanas.

Se puede dar la posibilidad de que un participante se encuentre en fase II de cuádriceps y fase I de isquiotibiales o viceversa.

Se realizarán **3 entrenamientos de fuerza semanales** por recomendación según la bibliografía revisada (33).

El uso del dispositivo Kaatsu® y la medición de la presión arterial se realizarán igual que en el grupo control, y en todo momento se situará la banda en la región proximal del muslo con una oclusión del **80%RFS** (36,40–42). Habrá el mismo tiempo de **descanso entre ejercicios sin RFS (5 minutos)** y el **incremento de carga en cada ejercicio seguirá los mismos criterios que en el grupo control**. De nuevo, en caso de fatiga o imposibilidad de hacer el ejercicio, se descansan 5 minutos y se pasa al siguiente ejercicio, siendo registrado y analizado para conocer si pudo haber influido en los datos y puede causar un sesgo.

De esta forma, la intervención realizada en el grupo B o grupo de intervención será la siguiente:

Fase I Cadena Anterior: dirigida a pacientes de **postoperatorio inmediato**. Lo ideal para los pacientes que ya han tenido otra intervención convencional fallida previamente sería comenzar en la fase II.

Se pasa a la **Fase II de cadena anterior** si se realiza una **elevación de pierna recta** de forma **fluida**, si a la hora de realizar los ejercicios de la Fase I el **dolor es <2/10**, la **dificultad es <4/10**, y si es posible realizar los **ejercicios de la fase II (ensayo-error)**.

Tabla VII. Planificación de entrenamiento Cadena anterior (grupo de intervención)

	EJERCICIO	PLANIFICACIÓN
FASE I	Cuádriceps isométrico (rodilla extendida)	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% de fuerza isométrica
	Elevación pierna recta (flexión de cadera, rodilla extendida)	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM
FASE II	Elevación pierna recta con peso (flexión de cadera, rodilla extendida)	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM
	Flexo-extensión de rodilla en silla (90°-45°, 90°-30°, 90°-0°) (44)	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM

*Cada fase concéntrica y excéntrica durará 2 segundos aproximadamente, y habrá descanso de 30 segundos entre serie con la RFS funcionando.

Imagen 7 y 8. Cuádriceps isométrico (rodilla extendida)



Imagen 9 y 10. Elevación de la pierna recta (flexión de cadera, rodilla extendida)



Imagen 11 y 12. Flexo-extensión de rodilla en silla (0-90 grados)



Fase I Cadena Posterior: dirigida a pacientes de **postoperatorio inmediato**, lo ideal para los pacientes que ya han tenido otra intervención convencional fallida previamente sería comenzar en la Fase II.

Se pasa a la **Fase II de cadena posterior** si a la hora de realizar los ejercicios el **dolor es <2/10**, la **dificultad es <4/10**, y si es posible realizar los ejercicios de la **siguiente fase (ensayo-error)**.

Tabla VIII. Planificación de entrenamiento Cadena posterior (grupo de intervención)

	EJERCICIO	PLANIFICACIÓN
FASE I	Flexión de rodilla en prono	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM
FASE II	Banco de isquiotibiales / femoral	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM
	Flexión de rodilla en bipedestación	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM

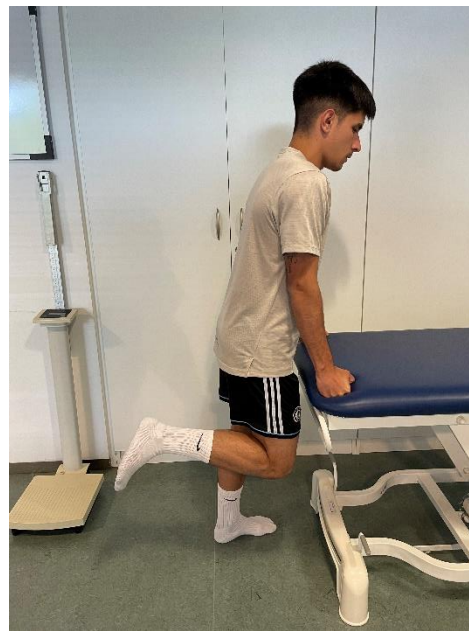
Imagen 13 y 14. Flexión de rodilla en prono



Imagen 15 y 16. Banco de isquiotibiales / femoral



Imagen 17 y 18. Flexión de rodilla en bipedestación



Fase A Cadena cinética cerrada: Es **criterio** de paso a esta fase estar en **ambos grupos musculares en la fase II** para comenzar estos ejercicios y que los **ejercicios** se puedan realizar **sin mayor dificultad o dolor**.

Fase B Cadena cinética cerrada: se realizará cuando a la hora de realizar los **ejercicios** previos (Fase A) el **dolor es <2/10**, la **dificultad es <4/10**, y si es posible realizar los **ejercicios de esta fase (ensayo-error)** con la técnica adecuada.

Tabla IX. Planificación de entrenamiento Cadena posterior (grupo de intervención)

	EJERCICIO	PLANIFICACIÓN
FASE A	Sentadilla (0-60/90 grados) con fitball	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM
	“Leg press” unilateral en prensa inclinada	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM
FASE B	Sentadilla con peso	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM
	Peso muerto	- 80%RFS - 1x30 + 3x15 al 30% RM

Imagen 19 y 20. Sentadilla con fitball 0-60/90 grados.



Imagen 20 y 21. Leg press unilateral.



Siempre y cuando el paciente pueda realizar los ejercicios de la fase A, se realizarán a mayores, sin RFS, **sentadilla** (sin la ayuda del fitball) y **peso muerto sin carga externa**, únicamente con el objetivo de que el participante comience a **aprender la técnica**.

Esto se debe a que son ejercicios multiarticulares más globales, que requieren de una correcta **propiocepción**, **disociación** de movimientos y **control motor**, tanto en miembro inferiores como dorso-lumbo-pélvico.

De esta forma, sin aumentar la carga externa del entrenamiento, se realizarán entre **10 y 20 repeticiones sin carga por sesión**, previamente a cualquier ejercicio.

Imagen 22, 23, 24 y 25. Variedades de sentadilla para aprender la técnica.



Imagen 26 y 27. Variedad de peso muerto para aprender la técnica.



Comparación de dos programas de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior en futbolistas: un proyecto de investigación

Se habrá practicado la técnica de sentadilla y peso muerto previamente, y deberá estar **confirmado por el fisioterapeuta que la técnica es adecuada**. En ese momento, se añade carga externa, tal que:

Imagen 28, 29, 30, 31, 32 y 33. Sentadilla con peso



Imagen 34 y 35. Peso muerto con carga externa.



Cada sesión de entrenamiento de fuerza mediante el uso de RFS se compondrá de un **total de 3 ejercicios**, uno de cadena anterior, otro de posterior y uno de cadena cinética cerrada, tratando de **alternar** cada sesión.

Si se encuentra en la Fase II de cadena anterior y Fase II de cadena posterior, se hará un ejercicio de cada junto con un ejercicio de la Fase A o B de CCC.

De esta forma, se realizarán **3 ejercicios por sesión con RFS**, totalmente individualizados y prescritos según las sensaciones y estado del participante.

Si el paciente se encuentra en la Fase I de cadena anterior o posterior, se mantendrá esos 3 ejercicios totales realizando uno de cadena cinética anterior y dos de posterior o viceversa, tratando de variar cada sesión.

Dosificación:

En cuanto a la **carga inicial** de cada ejercicio, se realizará un **estudio de RM** sin el uso de restricción de flujo, exceptuando los ejercicios isométricos, que se empleará el **30% de una contracción isométrica máxima**, empleando el dinamómetro manual a la hora de realizar el ejercicio.

Para la realización del **estudio de RM**, se dará una **carga aproximada** con la que el paciente pueda realizar en torno a **6-10 repeticiones** y no suponga ningún tipo de carga mecánica excesiva para la plastia. De esta forma, el paciente llega al fallo muscular y se anotan las repeticiones realizadas.

Mediante la fórmula de Gorostiaga (1997) tal que **1RM = Peso levantado (kg) / (1,0278 – 0,0278 x nº repeticiones)** se calcularía el **1RM**.

De esta forma, se calcularía el **30% de 1RM**, siendo la **carga resultante** la que se empleará durante el ejercicio, tanto en la primera serie de 30 repeticiones como las 3 siguientes de 15 repeticiones.

En cuanto al aumento de la **carga externa** se verá **incrementada en un 10%** cada vez que se complete el entrenamiento con una carga **durante 2 sesiones** seguidas o bien al finalizar la semana 4, semana 8 y semana 12 (36).

En caso de **no ser posible** realizar el ejercicio, se trata de **disminuir la carga** a la carga de las sesiones previas. Si todavía no es posible, se realiza el descanso de 5 minutos sin RFS y se realiza el próximo ejercicio. Si **no se puede acabar la sesión**, se vuelve a **cargas previas** en la siguiente sesión.

Si ocurre reiteradamente, los datos serán eliminados para evitar sesgos en los resultados.

5.9.4 Valoración intrasesión

En **todas las sesiones** que se realicen se medirá la variable del **dolor**. Para ello se utilizará una **EVA** que mida concretamente 10 centímetros, de esta forma es sencillo objetivar mediante un número el dolor.

El dolor se medirá como dolor general tanto en la sesión como días previos (días posteriores a su última sesión) y se realizará con estos datos una media semanal.

A mayores, será necesario anotar la **carga empleada** en los ejercicios realizados y la **dificultad del 0 al 10** que presenta el participante a la hora de su realización. De esta forma, se tendrá anotada la carga empleada previamente para conocer la carga necesaria en la próxima sesión.

5.9.5 Valoración a las 4, 8 y 12 semanas

A las **4 y 8 semanas** se realizará la misma valoración que la **valoración inicial**, **exceptuando la RMN**.

De esta manera, se valorará como variable principal la **fuerza** tanto **isocinética** como **isométrica** como variable principal, la **funcionalidad** y **calidad de vida** mediante el KOOS. Estas valoraciones no coincidirán con las sesiones de entrenamiento debido a que se realizarán los sábados, y los entrenamientos entre semana, evitando sesgos de fatiga.

A la **semana 12** se realiza la misma **valoración al completo** y se añaden de nuevo las **RMN** para valorar la **hipertrofia** y realizar una comparación con la valoración inicial.

5.9.6 Valoración tardía

Se realiza la valoración de las dos variables que se recopilan y analizan para la segunda publicación del estudio.

De esta forma, sin perder el contacto con los participantes, se recopilan los datos sobre el **tiempo de regreso al juego** (en caso de que regresen) así como la **recidiva tras 2 años** de finalizar las intervenciones de ambas propuestas del estudio.

Es decir, se esperan 2 años para obtener estos datos tras finalizar todas las sesiones.

5.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para la realización del análisis estadístico se ha optado por el **SPSS** en su versión más estable actual, es decir IBM® SPSS Statistics versión 27.0.

Lo primero que se debe hacer es **caracterizar la muestra** y **diferenciar los grupos** control y grupo de intervención. Para ello se realiza un **análisis descriptivo** de las diferentes variables cuantitativas, de tal forma que se hallará su media, mediana, desviación típica, varianza, rango y los cuartiles. De esta forma se tendrán analizadas las medidas de tendencia central (media y mediana) así como medidas de variabilidad (rango, desviación típica y varianza).

A continuación se debe **comprobar la normalidad** de los datos obtenidos de la muestra. En este caso, al ser el tamaño de la muestra mayor a 30 se puede sobreentender que se distribuye de forma normal, pero se realizará un test de **Shapiro-Wilk**, ideal para muestras menores de 50 participantes (45). Si la muestra fuera mayor de 50 sería necesario realizar el test de **Kolmogórov-Smirnov**. También podemos apoyarnos de pruebas gráficas como un **histograma** o bien un **gráfico Q-Q**.

Una vez se haya comprobado la normalidad o no normalidad, se debe analizar la **homogeneidad** de las variables que caracterizan la muestra de cada grupo.

En el caso de distribuirse de forma normal se calcularía un test **t-de student** (prueba paramétrica) para muestras independientes en este caso. Para ello debe haber independencia, es decir un muestreo aleatorio y con un tamaño de la muestra menor al 10% de la población, normalidad y homocedasticidad.

Si no se distribuyera de forma normal, se calcularía una prueba **U de Mann-Whitney** (prueba no paramétrica), utilizada para comprobar dos medias que provienen de la misma población.

De esta forma, en caso de ser **homogéneas** las muestras serían **comparables**, permitiéndonos realizar un análisis para conocer si hay alguna diferencia significativa en las distintas variables analizadas en ambos grupos.

En caso de querer saber si uno de los grupos ha sufrido variación significativa desde su medición inicial sin tener en cuenta el otro grupo, se puede realizar un **test t-de student** para muestras apareadas o relacionadas.

Por último, se puede hallar una **correlación entre distintas variables**, por ejemplo entre hipertrofia y fuerza muscular, o bien entre funcionalidad y fuerza muscular. Esto se realiza mediante el estudio del **coeficiente de correlación lineal de Pearson o Spearman** dependiendo de la variable y según corresponda.

5.11 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- Sesgo de selección de la muestra: los participantes son seleccionados siguiendo dos criterios principales, el postoperatorio inmediato o la intervención convencional fallida, además de otros criterios de inclusión y exclusión.

La introducción de más participantes de un grupo que del otro puede causar sesgos en el resultado final, por ello se realiza una pre-aleatorización que incluya qué tipo de participante seleccionar y de qué grupo debe formar parte. Además, se introducirá una variable agrupando por un lado participantes de postoperatorio inmediato y participantes que hayan realizado intervención convencional por el otro, de esta forma, se podrán establecer correlaciones y el sesgo estaría eliminado.

- Sesgo de información: los fisioterapeutas conocen el grupo de asignación, debido a que ambos emplean la restricción de flujo pero varían los ejercicios, lo cual es

imposible de cegar. Por ello, para reducir el sesgo, el evaluador será cegado, de tal manera que el evaluador no conocerá el grupo de asignación ni la finalidad como tal de las mediciones que se solicitan, por ello se emplearán dos fisioterapeutas externos para realizar las valoraciones.

- Sesgo de desgaste o no respuesta: básicamente se podría dar una falta de respuesta por parte de los participantes especialmente en las dos variables de análisis tardío (recidiva y tiempo de regreso al juego) que se analizarán tras la primera publicación.

La única forma de reducirlo es avisando previamente a la hora de introducirse en el estudio y realizando llamadas periódicas cada 2-3 meses preguntando por su estado y recordando esa última variable que falta por analizar.

Por otro lado, existe la posibilidad de desgaste de la muestra, es decir, que algunos de los participantes no sean capaces de realizar las propuestas llevadas a cabo y que sus datos supongan un gran sesgo para el posterior análisis debido a la imposibilidad de realización de los ejercicios.

6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

Tabla X. Cronograma primera y segunda publicación

2023	Ene	Feb	Ma	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	No	Dic
Divulgación y solicitud de permisos												
Selección de la muestra												
Intervención												

2024	Ene	Feb	Ma	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	No	Dic
Intervención												
Análisis estadístico												
Redacción de resultados												
1ª Publicación y difusión												
Recopilación de datos y análisis 2												

2025	Ene	Feb	Ma	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	No	Dic
Recopilación de datos y análisis 2												

2026	Ene	Feb	Ma	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	No	Dic
Recopilación de datos y análisis 2												
Redacción de resultados												
2ª publicación y difusión												

El proyecto comienza con una **búsqueda bibliográfica** en las principales bases de datos relacionadas con el ámbito de la salud, durante el mes de **febrero de 2023**.

Se recopila toda la información científica hasta la fecha sobre la temática a investigar, para tener una visión lo más actualizada posible.

Entre **marzo y junio** se diseña todo el plan del **proyecto de investigación**, para aclarar las pautas a seguir y llevar un orden en su realización.

Entre **agosto y septiembre de 2023** se solicitan los **permisos** necesarios a la vez que se **divulga** el proyecto, para hacer la **selección de la muestra** en **septiembre y octubre**.

En torno a la segunda semana de **septiembre de 2023** se comienza la **intervención**, que durará entre **4 y 5 meses**.

El **análisis estadístico** de la primera publicación se realizará entre **enero y febrero de 2024**, realizando la **redacción** de **febrero a abril** y contando con 2 meses a posteriori para la primera **publicación y difusión**.

Se **recopilan y analizan** los datos de las variables de recidiva a los 2 años y regreso a la práctica deportiva **durante 2 años y 2 meses** aproximadamente, con el objetivo de realizar la **segunda publicación y su difusión** entre **junio y agosto de 2026**.

En caso de haber algún un atraso en alguna fase, lo que resta de proyecto se desplazaría el tiempo necesario hasta cumplir con todo el estudio.

Se optó por reclutar a los participantes progresivamente, requiriendo únicamente a un fisioterapeuta, pero tendría una duración indefinida, por lo que se establecieron unos plazos realistas pero aproximados contando con dos profesionales para la intervención.

Para la realización del estudio se requerirán **2 fisioterapeutas evaluadores**, es decir, únicamente realizarán las valoraciones, tanto la inicial como a las 4, 8 y 12 semanas, por lo que deberían acudir únicamente 4 sábados; y **2 fisioterapeutas** encargados de realizar las intervenciones, contratados a **30h** semanales.

De esta forma, los horarios semanales serían los siguientes:

Tabla XI. Horario de los fisioterapeutas durante la intervención

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado*
(08:00 – 14:00h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio valor. 1 o 2 (6h)
(14:00 – 20:00)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio 1 o 2 (6h)	Fisio valor. 1 o 2 (6h)
Total:	12h (16p)	12h (16p)	12h (16p)	12h (16p)	12h (16p)	12h (32p)

* Se debe tener en cuenta que los sábados únicamente se acude al inicio para la valoración inicial, y posteriormente a las 4, 8 y 12 semanas, para las valoraciones de seguimiento y la valoración final.

Este horario se ha realizado teniendo en cuenta lo siguiente:

- El **grupo control** necesita acudir **2 días a la semana** (martes y jueves)
- El **grupo de intervención** necesita acudir **3 días a la semana** (lunes, miércoles y viernes)
- Teniendo 45 min por paciente (teniendo en cuenta que la intervención dura en torno a 30min), en 12 horas diarias tal y como se ha planteado el horario, dividido en 6 horas cada franja de mañana y tarde, se tratan 16 pacientes diarios. Por tanto coincide **16 pacientes grupo control** (martes-jueves) y **16 pacientes grupo de intervención** (lunes-miércoles-viernes), completando así el número de integrantes de la muestra que son **32 pacientes**.
- Ya que el tiempo de valoración es de **15 min por participante**, con **12h de trabajo** los cuatro sábados que se requiere realizarla sería suficiente, teniendo **20 minutos** (5 minutos más de margen) **por paciente** divididos igualmente en franjas de 6h para cada fisioterapeuta evaluador.

De esta forma, con esos **2 fisioterapeutas** para la **intervención**, contratados a **30h semanales** y otros **2 fisioterapeutas evaluadores** que realicen jornadas de **6h los sábados** en los que se realicen las valoraciones, tendríamos el abordaje de fisioterapia completo.

7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

Como toda investigación, es necesario solicitar ciertos permisos previamente a su realización, para cumplir con todas las normativas y seguridades actuales.

Debido a que este estudio requiere la aplicación de ciertas intervenciones sobre seres humanos, se debe solicitar la autorización pertinente al **Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) de Galicia** (Anexo III), como indica la **Ley 14/2007**, de 3 de julio, de Investigación biomédica (46).

Además, será necesario solicitar **permiso a la Universidad de la Coruña**, específicamente a la **Facultad de Fisioterapia**, para la realización del ensayo clínico en sus instalaciones y puesta a punto del laboratorio especificado para llevarlo a cabo sin dificultad.

Los procedimientos llevados a cabo durante esta investigación respetarán los principios recogidos en los siguientes documentos:

- Declaración de Helsinki de 1964, con revisiones y actualizaciones posteriores (la última en Fortaleza en 2013) (47)
- Pautas Éticas Internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos (Ginebra 2016), preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS)
- Declaración universal sobre bioética y derechos humanos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencias y la Cultura (UNESCO) (Paris 2005) (48)

Por otro lado, todos los y las participantes recibirán un **documento informativo** acerca del proceso a seguir, la intervención que se realizará, así como datos que se tomarán y analizarán, y los objetivos que se espera conseguir mediante la intervención y estudio (Anexo IV).

De esta forma, en caso de estar totalmente de acuerdo, los participantes firmarán un **consentimiento informado** (Anexo V) en base a la **Ley 41/2002**, del 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica (49). Mediante su firma, la persona aceptará colaborar de forma libre, voluntaria y consciente en la investigación, teniendo la opción de abandonar y revocar su consentimiento por escrito cuando considere oportuno.

Se cumplirá con el **derecho a preservar la integridad** propia de cada participante. Por ello, se respetará la **confidencialidad** de los datos en base a la **Ley Orgánica 3/2018**, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (50), y el **artículo 7 de la Ley 41/2002**, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica (49), por lo que se codificará el registro mediante un número tratando de eliminar todo vínculo que pueda dar lugar a la identificación de cada participante.

8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO

Este estudio pretende confirmar la validez del uso de RFS en la reconstrucción de LCA, en este caso como método empleado en futbolistas, algo novedoso, y sacar su mayor partido mediante una propuesta planteada basada en la individualización y progresión.

Como característica más especial y definitoria está aquella característica de la muestra que incluye pacientes que ya han pasado por **rehabilitaciones convencionales no exitosas o fallidas**.

El objetivo del estudio es **potenciar los efectos** ya demostrados del método de entrenamiento mediante RFS con baja carga y comprobar que es una alternativa novedosa y segura, mejorando la propia ganancia de fuerza y estado general del paciente.

Además, pretende estudiar su **uso en futbolistas con malas experiencias con el tratamiento convencional** y que no encuentran un medio o método adecuado para llevar a cabo su rehabilitación en los tiempos habitualmente preestablecidos; bien sea porque no soportan la alta carga, por dolor, debilidad de la plastia, inflamación post-ejercicio, lesiones en la zona, o cualquier otra circunstancia que dificulte la ganancia de fuerza.

Es importante que haya **más investigación** acerca de este método porque parece una **herramienta con potencial** para la fisioterapia en cualquier situación que requiera ganar fuerza, pero es importante conocer esta terapia en profundidad para sacarle el máximo provecho, sin riesgo.

También se debe investigar acerca de **contraindicaciones y riesgos de uso**, o su **empleo en determinadas patologías**, como pueden ser pacientes neurológicos con enfermedades neuromusculares. Tiene potencial para ser un método muy adecuado para paliar, reducir o

ralentizar los efectos de algunas enfermedades neuromusculares, para mejorar su calidad de vida.

Por último, considero necesario investigar en profundidad acerca de la **actuación y efectos fisiológicos** de la RFS por conocimiento y seguridad de esta terapia, además de la posibilidad que nos ofrece de plantear **terapias combinadas** con otros métodos.

9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tras la realización del estudio, así como el análisis completo de los datos y teniendo en cuenta que estos sean relevantes en cuanto a su aplicabilidad y uso científico-clínico, los resultados serán **publicados** y **presentados** en distintos **congresos** y **revistas** que tengan relación con la fisioterapia, actividad y preparación física o la salud.

9.1 CONGRESOS

Este proyecto se presentará en diferentes congresos **nacionales** e **internacionales** cuya temática esté relacionada con el estudio. El objetivo es difundir las conclusiones alcanzadas y fomentar el uso e investigación acerca del propio método empleado durante el estudio.

- Congreso Nacional de Fisioterapia (AEF)
- Congreso de Fisioterapia y Deporte
- Congreso Internacional de Fisioterapia UMH
- Fisis Expo (Salón profesional de Fisioterapia para España y Portugal)
- Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte

9.2 REVISTAS

Para la publicación de este estudio en diferentes revistas con el objetivo de divulgar acerca del método RFS así como las conclusiones alcanzadas, se realizará un artículo científico que se publicará en diferentes revistas con mayor y menor relevancia en la rama de ciencias de la salud, fisioterapia y deporte.

En la tabla XIV se recogen posibles revistas con un factor de impacto (FI) considerable, según el Journal Citation Reports (JCR) en 2021.

Tabla XII. Revistas científicas

Revistas científicas	Nombre abreviado	FI (JCR)
Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy	J ORTHOP SPORT PHYS	6.276
European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine	EUR J PHYS REHAB MED	5.313
Physiotherapy	Physiotherapy	3.704
Physical Therapy	PHYS THERAPY	3.679
Physical Therapy & Rehabilitation Journal	PHYS THER REHABIL J	3.021
BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation	BMC SPORTS SCI MED R	2.367
Journal of Sport Rehabilitation	J SPORT REHABIL	2.203

10. MEMORIA ECONÓMICA

10.1 RECURSOS NECESARIOS

En la tabla XVII se detallan los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto de investigación.

Tabla XIII. Recursos necesarios

	DESCRIPCIÓN	
INFRAESTRUCTURA	Facultad de Fisioterapia UDC (laboratorio de isocinéticos)	
RECURSOS HUMANOS	1 investigador principal	
	2 fisioterapeutas con experiencia en LCA y formación Kaatsu	
	2 fisioterapeutas para realizar las valoraciones	
	1 matemático experto en bioestadística	
RECURSOS MATERIALES	MATERIAL FUNGIBLE	Material de oficina (folios, bolígrafos, carpetas y archivadores)
		Material sanitario (papel desechable de camilla, mascarillas quirúrgicas,

		mascarillas FFP2, gel hidroalcohólico, desinfectante, papel de limpieza)
		Cartuchos de tinta
	MATERIAL NO FUNGIBLE	2 ordenadores portátiles
		Impresora multifunción
		Báscula con estadiómetro
		Camilla hidráulica
		Almohadas
		Cuñas
		Kaatsu C3 + bandas
		Tensiómetro + manguito de muslo
		Pesas, barra y discos
		Máquina prensa inclinada (leg press)
		Banco de isquiotibiales / femoral
		Dinamómetro isocinético
		Dinamómetro isométrico manual

10.2 DISTRIBUCIÓN DEL PRESUPUESTO

Tabla XIV. Distribución del presupuesto

CONCEPTO	IMPORTE
1. Infraestructura	
<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de isocinéticos (Facultad de Fisioterapia UDC)/ Centro de Fisioterapia y medicina deportiva Alinea 	0,00€
2. Gastos de recursos humanos:	
<ul style="list-style-type: none"> 1 investigador principal 	-
<ul style="list-style-type: none"> 2 fisioterapeutas con experiencia en LCA formados en kaatsu 	15000.00€
<ul style="list-style-type: none"> 2 fisioterapeutas para realizar las valoraciones (ciego) 	3000.00€
<ul style="list-style-type: none"> 1 matemático experto en bioestadística 	4.000,00€
3. Gastos de recursos materiales:	

Comparación de dos programas de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior en futbolistas: un proyecto de investigación

• 2 ordenadores portátiles	1.000,00€
• Impresora multifunción	100,00€
• Báscula con estadímetro	700,00€
• Camilla hidráulica	500,00€
• Almohadas	60,00€
• Cuñas	75,00€
• Kaatsu C3	846,95€
• Bandas kaatsu (2 medidas)	798,00€
• Tensiómetro	60,00€
• Manguito de muslo	60,00€
• Pesas, barra y discos	500,00€
• Máquina prensa inclinada (leg press)	1295,00€
• Banco de isquiotibiales / femoral	800,00€
• Dinamómetro isocinético (Byodex System 3)	4.500,00€
• Dinamómetro isométrico manual (MicroFET2 + Software)	1.650,00€
4. Otros gastos:	
• Resonancias magnéticas:	9500,00€
• Viajes y dietas:	1.000,00€
• Inscripción a congresos:	1.000,00€
• Impresión carteles y pósteres:	200,00€
• Gasto de publicación	1.000,00€
• Imprevistos:	2.000,00€
TOTAL:	49.644,95€

10.3 POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN

Para hacer frente a todos los gastos que implican el proyecto de investigación, se solicitarán financiación en diferentes convocatorias de ayudas, tanto públicas como privadas, y se buscará posibles colaboradores para abaratar los costes.

Como ayudas económicas de carácter público, es decir, que dependen del Estado tenemos las siguientes:

- Ayuda de la Acción Estratégica en Salud, del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social
- Ayudas del Ministerio de Economía y Competitividad
- Ayudas del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
- Ayudas económicas del Plan Gallego de la investigación, innovación y crecimiento (Xunta de Galicia)
- Ayuda económica ofrecida por el Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia

En cuanto a ayudas de carácter privado están las siguientes:

- Ayudas a Proyectos de Investigación en Salud (Fundación Mutua Madrileña)
- Ayuda a la Investigación (Fundación MAPFRE)
- Ayudas de otras Fundaciones:
 - o Fundación “La Caixa”
 - o Fundación Barré
 - o Fundación Amancio Ortega

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Lai CCH, Ardern CL, Feller JA, Webster KE. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *Br J Sports Med.* 1 de enero de 2018;52(2):128-38.
2. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med.* 1 de noviembre de 2014;48(21):1543-52.
3. LaBella CR, Hennrikus W, Hewett TE, Council on Sports Medicine and Fitness, and Section on Orthopaedics. Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics.* mayo de 2014;133(5):e1437-1450.
4. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Am J Sports Med.* julio de 2009;37(7):1434-43.
5. Asociación-Española-de-Artroscopia JD de la. Informe sobre el perfil de la cirugía artroscópica en España. *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 1 de abril de 2001;(Vol. 8. Fasc. 1. Núm. 15. Abril 2001):10.
6. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* febrero de 2019;33(1):33-47.
7. Escamilla RF, Macleod TD, Wilk KE, Paulos L, Andrews JR. Anterior cruciate ligament strain and tensile forces for weight-bearing and non-weight-bearing exercises: a guide to exercise selection. *J Orthop Sports Phys Ther.* marzo de 2012;42(3):208-20.
8. Markatos K, Kasetta MK, Lalloos SN, Korres DS, Efstathopoulos N. The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol.* octubre de 2013;23(7):747-52.

9. Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian J Orthop.* julio de 2011;45(4):294-300.
10. Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewett TE. Non-contact ACL Injuries: Mechanisms and Risk Factors. *J Am Acad Orthop Surg.* septiembre de 2010;18(9):520-7.
11. Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, Nabiuzzi A, Tosarelli F, Zaffagnini S, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *Br J Sports Med.* diciembre de 2020;54(23):1423-32.
12. Forsythe B, Lavoie-Gagne OZ, Forlenza EM, Diaz CC, Mascarenhas R. Return-to-Play Times and Player Performance After ACL Reconstruction in Elite UEFA Professional Soccer Players: A Matched-Cohort Analysis From 1999 to 2019. *Orthop J Sports Med.* mayo de 2021;9(5):23259671211008892.
13. Waldén M, Hägglund M, Magnusson H, Ekstrand J. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *Br J Sports Med.* junio de 2016;50(12):744-50.
14. Bjordal JM, Arnøy F, Hannestad B, Strand T. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer. *Am J Sports Med.* 1 de mayo de 1997;25(3):341-5.
15. Jenkins SM, Guzman A, Gardner BB, Bryant SA, Del Sol SR, McGahan P, et al. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Injury: Review of Current Literature and Recommendations. *Curr Rev Musculoskelet Med.* junio de 2022;15(3):170-9.
16. Kvist J, Ek A, Sporrstedt K, Good L. Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* julio de 2005;13(5):393-7.
17. Paterno MV, Flynn K, Thomas S, Schmitt LC. Self-Reported Fear Predicts Functional Performance and Second ACL Injury After ACL Reconstruction and Return to Sport: A Pilot Study. *Sports Health.* 2018;10(3):228-33.

18. Draganich LF, Vahey JW. An in vitro study of anterior cruciate ligament strain induced by quadriceps and hamstrings forces. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* enero de 1990;8(1):57-63.
19. More RC, Karras BT, Neiman R, Fritschy D, Woo SL, Daniel DM. Hamstrings--an anterior cruciate ligament protagonist. An in vitro study. *Am J Sports Med.* 1993;21(2):231-7.
20. Erickson LN, Lucas KCH, Davis KA, Jacobs CA, Thompson KL, Hardy PA, et al. Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Protocol for a Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* agosto de 2019;99(8):1010-9.
21. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of Second ACL Injuries 2 Years After Primary ACL Reconstruction and Return to Sport. *Am J Sports Med.* julio de 2014;42(7):1567-73.
22. Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J KAATSU Train Res.* 2005;1(1):1-5.
23. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol.* 2019;10:533.
24. Tegtbur U, Haufe S, Busse MW. [Application and effects of blood flow restriction training]. *Unfallchirurg.* marzo de 2020;123(3):170-5.
25. Yinghao L, Jing Y, Yongqi W, Jianming Z, Zeng G, Yiting T, et al. Effects of a blood flow restriction exercise under different pressures on testosterone, growth hormone, and insulin-like growth factor levels. *J Int Med Res.* septiembre de 2021;49(9):3000605211039564.
26. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, et al. Blood Flow Restriction Training. *J Athl Train.* septiembre de 2021;56(9):937-44.

27. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* marzo de 2009;41(3):687-708.
28. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* julio de 2017;51(13):1003-11.
29. Bobes Álvarez C, Issa-Khozouz Santamaría P, Fernández-Matías R, Pecos-Martín D, Achalandabaso-Ochoa A, Fernández-Carnero S, et al. Comparison of Blood Flow Restriction Training versus Non-Occlusive Training in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *J Clin Med.* 27 de diciembre de 2020;10(1):68.
30. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc.* diciembre de 2000;32(12):2035-9.
31. Centner C, Jerger S, Lauber B, Seynnes O, Friedrich T, Lolli D, et al. Low-Load Blood Flow Restriction and High-Load Resistance Training Induce Comparable Changes in Patellar Tendon Properties. *Med Sci Sports Exerc.* 1 de abril de 2022;54(4):582-9.
32. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med Auckl NZ.* febrero de 2018;48(2):361-78.
33. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bembem MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* mayo de 2012;112(5):1849-59.
34. Loenneke JP, Wilson JM, Wilson GJ, Pujol TJ, Bembem MG. Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(4):510-8.
35. Tlatoa Ramírez HM. Torque máximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futbolistas profesionales del 2007 al 2012. *Rev Med E Investig.* 1 de julio de 2014;2(2):154-62.

36. Vieira de Melo RF, Komatsu WR, Freitas MS de, Vieira de Melo ME, Cohen M. Comparison of Quadriceps and Hamstring Muscle Strength after Exercises with and without Blood Flow Restriction following Anterior Cruciate Ligament Surgery: A Randomized Controlled Trial. *J Rehabil Med*. 1 de noviembre de 2022;54:jrm00337.
37. Almeida GPL, Albano TR, Melo AKP. Hand-held dynamometer identifies asymmetries in torque of the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. agosto de 2019;27(8):2494-501.
38. Vaquero J, Longo UG, Forriol F, Martinelli N, Vethencourt R, Denaro V. Reliability, validity and responsiveness of the Spanish version of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in patients with chondral lesion of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. enero de 2014;22(1):104-8.
39. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, et al. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. *PLoS ONE*. 28 de octubre de 2015;10(10):e0140822.
40. Jack RA, Lambert BS, Hedt CA, Delgado D, Goble H, McCulloch PC. Blood Flow Restriction Therapy Preserves Lower Extremity Bone and Muscle Mass After ACL Reconstruction. *Sports Health*. 27 de junio de 2022;19417381221101010.
41. Curran MT, Bedi A, Mendias CL, Wojtys EM, Kujawa MV, Palmieri-Smith RM. Blood Flow Restriction Training Applied With High-Intensity Exercise Does Not Improve Quadriceps Muscle Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. marzo de 2020;48(4):825-37.
42. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, et al. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Med Auckl NZ*. noviembre de 2019;49(11):1787-805.
43. S. Brent Brotzman RCM; managing editor Kay Daugherty. *Clinical orthopaedic rehabilitation: an evidence-based approach* [Internet]. Third edition. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby, [2011] ©2011; 2011. Disponible en: <https://search.library.wisc.edu/catalog/9910111801102121>

44. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* diciembre de 2016;50(24):1506-15.
45. Mishra P, Pandey CM, Singh U, Gupta A, Sahu C, Keshri A. Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Ann Card Anaesth.* 2019;22(1):67-72.
46. Jefatura del Estado. Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica [Internet]. Sec. 1, Ley 14/2007 jul 4, 2007 p. 28826-48. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/07/03/14>
47. Declaración de Helsinki - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. [citado 31 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
48. Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos - UNESCO Biblioteca Digital [Internet]. [citado 31 de mayo de 2023]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180_spa
49. BOE-A-2002-22188 Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. [Internet]. [citado 31 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-22188>
50. BOE-A-2018-16673 Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. [Internet]. [citado 31 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-16673>

12. ANEXOS

ANEXO I: CUESTIONARIO TSK-11SV

Tampa Scale for Kinesiophobia (Spanish adaptation. Gómez-Pérez, López-Martínez y Ruiz-Párraga, 2011)

INSTRUCCIONES: a continuación se enumeran una serie de afirmaciones. Lo que Ud. Ha de hacer es indicar hasta qué punto eso ocurre en su caso según la siguiente escala:

	1	2	3	4
	Totalmente en desacuerdo			Totalmente de acuerdo
1. Tengo miedo de lesionarme si hago ejercicio físico	1	2	3	4
2. Si me dejara vencer por el dolor, el dolor aumentaría	1	2	3	4
3. Mi cuerpo me está diciendo que tengo algo serio	1	2	3	4
4. Tener dolor siempre quiere decir que en el cuerpo hay una lesión	1	2	3	4
5. Tengo miedo a lesionarme sin querer	1	2	3	4
6. Lo más Seguro para evitar que aumente el dolor es tener cuidado y no hacer movimientos innecesarios	1	2	3	4
7. No me dolería tanto si no tuviese algo serio en mi cuerpo	1	2	3	4
8. El dolor me dice cuándo debo parar la actividad para no lesionarme	1	2	3	4
9. No es Seguro para una persona con mi enfermedad hacer actividades físicas	1	2	3	4
10. No puedo hacer todo lo que la gente normal hace porque me podría lesionar con facilidad	1	2	3	4
11. Nadie debería hacer actividades físicas cuando tiene dolor	1	2	3	4

ANEXO II: CUESTINARIO KOOS (KNEE OSTEOARTHRITIS OUTCOMES SCALE)

Instrucciones: esta encuesta recoge su opinión sobre su rodilla intervenida o lesionada. La información que nos proporcione, servirá para saber cómo se encuentra y la capacidad para realizar diferentes actividades.

Responda a cada pregunta marcando la casilla apropiada y solo una casilla por pregunta.

En caso de duda, señale siempre la respuesta que mejor refleja su situación.

Síntomas

Responda a estas preguntas considerando los síntomas que ha notado en la rodilla durante la última semana.

S1. ¿Se le hincha la rodilla?

Nunca Rara vez A veces Frecuentemente Siempre

S2. ¿Siente crujidos, chasquidos u otro tipo de ruidos cuando mueve la rodilla?

Nunca Rara vez A veces Frecuentemente Siempre

S3. Al moverse, ¿siente que la rodilla falla o se bloquea?

Nunca Rara vez A veces Frecuentemente Siempre

S4. ¿Puede estirar completamente la rodilla?

Nunca Rara vez A veces Frecuentemente Siempre

S5. ¿Puede doblar completamente la rodilla?

Nunca Rara vez A veces Frecuentemente Siempre

Rigidez articular

La rigidez articular o entumecimiento es una sensación de limitación o lentitud en el movimiento de la rodilla. Las siguientes preguntas indagan el grado de rigidez que ha experimentado durante la última semana.

S6. ¿Cuál es el grado de rigidez de su rodilla al levantarse por la mañana?

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

S7. ¿Cuál es el grado de rigidez de la rodilla después de estar sentado, recostado o descansando?

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

Dolor:

P1. ¿Con qué frecuencia tiene dolor en su rodilla?

Nunca Mensual Semanal Diario Continuo

¿Cuánto dolor ha tenido en la rodilla en la última semana al realizar las siguientes actividades?

P2. Girar o pivotar sobre su rodilla

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

P3. Estirar completamente la rodilla

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

P4. Doblar completamente la rodilla

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

P5. Al caminar, sobre una superficie plana

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

P6. Al subir o bajar escaleras

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

P7. Por la noche en cama

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

P8. Al estar sentado o recostado

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

P9. Al estar de pie

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

Actividades cotidianas:

Las siguientes preguntas indagan sobre sus actividades físicas, es decir, su capacidad para moverse y valerse por sí mismo.

Para cada una de las actividades mencionadas a continuación, indique el grado de dificultad experimentado en la última semana a causa de su rodilla.

A1. Al bajar escaleras

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A2. Al subir escaleras

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A3. Al levantarse de una silla o sillón

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A4. Al estar de pie

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A5. Al agacharse o recoger algo del suelo

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A6. Al caminar sobre una superficie plana

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A7. Al subir o bajar del coche

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A8. Al ir de compras

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
----------	------	----------	---------	-------------

A9. Al ponerse los calcetines o las medias

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A10. Al levantarse de la cama

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A11. Al quitarse los calcetiens o las medias

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A12. Estando acostado, al dar la vuelta en la cama o cuando mantiene la rodilla en una posición fija

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A13. Al entrar o salir de la bañera

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A14. Al estar sentado

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A15. Al sentarse o levantarse del inodoro

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A16. Realizando trabajos pesados de la casa (mover objetos pesados, lavar el suelo, etc.)

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

A17. Realizando trabajos ligeros de la casa (cocinar, barrer, etc.)

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

Función, actividades deportivas y recreacionales:

Las siguientes preguntas indagan sobre su función al realizar actividades que requieran un mayor nivel de esfuerzo. Las preguntas deben responderse pensando en el grado de dificultad experimentado con su rodilla, en la última semana.

SP1. Ponerse en cuclillas

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

SP2. Correr

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

SP3. Saltar

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

SP4. Girar o pivotar sobre la rodilla afectada

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

SP5. Arrodillarse

No tengo Leve Moderado Intenso Muy intenso

Calidad de vida:

Q1. ¿Con qué frecuencia es consciente del problema de su rodilla?				
Nunca	Mensualmente	Semanalmente	A diario	Siempre
Q2. ¿Ha modificado su estilo de vida para evitar actividades que puedan lesionar su rodilla?				
Nunca	Mensualmente	Semanalmente	A diario	Siempre
Q3. ¿En qué medida está preocupado por la falta de seguridad en su rodilla?				
Nunca	Mensualmente	Semanalmente	A diario	Siempre
Q4. En general, ¿cuántas dificultades le crea su rodilla?				
Nunca	Mensualmente	Semanalmente	A diario	Siempre

Muchas gracias por responder a todas las preguntas del cuestionario.

ANEXO III: CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN AL COMITÉ AUTONÓMICO DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE GALICIA

CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN AL COMITÉ AUTONÓMICO DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE GALICIA

D./Dña.:

Con teléfono de contacto:

Y correo-e:

Dirección postal:

SOLICITA la evaluación por parte del Comité de:

- Estudio **nuevo** de investigación
- Respuesta a las aclaraciones** solicitadas por el Comité
- Modificación** o **Ampliación** a otros centros de un estudio ya aprobado por el Comité

DEL ESTUDIO:

Título: _____

Promotor: _____

(MARCAR si el promotor es sin ánimo comercial y confirma que cumple los requisitos para la excepción de tasas de la Comunidad Autónoma de Galicia (más información en la web de comités)

Tipo de estudio:

- Ensayo clínico con medicamentos**
- Investación clínica con productos sanitarios**
- EPA-SP**
- Otros estudios no incluidos en las categorías anteriores**

Investigadores y centros en Galicia:

Y adjunto la documentación en base a los requisitos que figura en la web de la Red Gallega de CEIs, y me comprometo a tener disponibles para los participantes los documentos de consentimiento aprobados en gallego y castellano.

Fecha:

Firma:

Red de Comités de Ética de la Investigación
Xerencia Servizo Galego de Saúde

ANEXO IV: HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE/PARTICIPANTE

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE/PARTICIPANTE

TITULO DEL ESTUDIO Comparación de dos programas de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior en futbolistas

INVESTIGADOR: Iván Fernández García

CENTRO: Facultad de Fisioterapia de la Universidade da Coruña

Este documento tiene por objeto ofrecerle información sobre un programa de investigación en el que se le invita a participar. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación Clínica de Galicia.

Si decide participar en el mismo, debe recibir información personalizada del investigador principal (Iván Fernández García), así como leer al completo este documento y realizar las preguntas que necesite para comprender los detalles sobre el mismo. Si así lo desea puede llevar el documento, consultarlo con otras personas y tomar el tiempo necesario para decidir si participa o no.

La participación en este estudio es completamente voluntaria, es decir, Ud. puede decidir si participar en el mismo o por el contrario no hacerlo, pudiendo abandonar el mismo en todo momento sin obligación de dar explicaciones y sin consecuencias negativas al respecto. Esa decisión no afectará a su relación con los profesionales sanitarios que lo atienden ni la asistencia sanitaria a la que usted tiene derecho.

¿Cuál es la finalidad del estudio?

Comparar dos propuestas de intervención de entrenamiento de fuerza mediante el uso de restricción de flujo sanguíneo en futbolistas que hayan sufrido una reconstrucción del LCA con el objetivo de conocer qué propuesta es mejor en cuanto a ganancia de fuerza, masa muscular, funcionalidad y calidad de vida. Así como conocer con qué intervención se dan menos recidivas (re-roturas de LCA) y cuál permite el regreso al fútbol de forma más temprana.

¿Por qué le ofrecemos participar a usted?

Usted está invitado/a a participar debido a que es un/a futbolista diagnosticado/a con una rotura de LCA además de sufrir la reconstrucción de LCA.

¿En qué consiste su participación?

En caso de aceptar la participación en el estudio, primero sería necesario comprobar si cumple los criterios de selección, tanto los criterios de inclusión como de exclusión, para saber si podría participar en el estudio. En ese caso, se recogerán diferentes datos personales de relevancia para la investigación como datos sociodemográficos y sus variables antropométricas.

A partir de aquí, dependiendo el grupo en el que se incluya deberá acudir 2 o 3 días semanales alternos para llevar a cabo las sesiones de tratamiento (martes y jueves o bien lunes, miércoles y viernes respectivamente), que durarán aproximadamente 30-40 minutos, y a mayores un sábado cada 4 semanas para realizar las valoraciones oportunas, que durarán aproximadamente 15-20 minutos. Esto se sucederá durante 12 semanas.

Tras realizar el protocolo al completo, se le citará otro sábado para realizar la evaluación final y así podremos realizar la primera publicación tras analizar todos los datos.

Posteriormente, usted recibirá llamadas cada 2-3 meses para verificar su estado. En caso de haber regresado al fútbol durante este tiempo debe decírnoslo y a los 2 años solicitaremos que nos diga si sufrió de nuevo una rotura de LCA bien sea en la misma rodilla o en la contralateral.

¿Qué riesgos o inconvenientes tiene su participación?

Tanto los test como las pruebas e intervención no suponen un riesgo para su salud ni tienen consecuencias negativas. Lo único que se pueden dar son ciertos efectos secundarios por el método de entrenamiento planteado como los siguientes:

- Malestar
- Dolor
- Estrés cardíaco (aumento FC, aumento TA)
- Otros más graves como son entumecimiento, hematoma, mareos o desmayos, formación de trombos y rabdomiólisis.

Cabe destacar que estos últimos se dan al realizar un uso indebido de este método, es decir, en casos no controlados y sin formación al respecto. En esta investigación, todos los fisioterapeutas que empleen el método habrán recibido previamente una formación acerca del uso del método, así como sus posibles riesgos y beneficios.

¿Obtendrá algún beneficio por participar?

Se espera que Ud. recupere en cierta parte la fuerza que ha perdido tras la cirugía, así como al masa muscular y funcionalidad. A pesar de descubrir aspectos no muy claros sobre el uso de restricción de flujo sanguíneo planteado de esta manera, se cree que los resultados serán positivos para su lesión, teniendo en cuenta la evidencia actual sobre este método y su empleo en esta lesión.

¿Recibirá la información que se obtenga del estudio?

Si usted lo desea podemos enviar un resumen de los resultados del estudio sin problema, o bien puede esperar que se realice la publicación del mismo.

¿Se publicarán los resultados de este estudio?

Efectivamente, los resultados serán publicados como un artículo científico en diferentes revistas, y en forma de comunicaciones en congresos con la finalidad de difundir las conclusiones del mismo, teniendo en cuenta la protección de datos.

Información referente a sus datos:

La obtención, tratamiento, conservación, comunicación y cesión de sus datos se hará conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento UE 2016-679 del Parlamento europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016) y la normativa española sobre protección de datos de carácter personal vigente.

La institución en la que se desarrolla esta investigación es la responsable del tratamiento de sus datos, pudiendo contactar con el delegado/a de Protección de Datos a través de los siguientes medios: correo electrónico: / Tfno.:

Los datos necesarios para llevar a cabo este estudio serán recogidos y conservados de modo:

- Anonimizados, es decir, que usted no podrá ser identificado ni siquiera por el equipo investigador.

La normativa que regula el tratamiento de datos de personas le otorga el derecho a acceder a sus datos, oponerse, corregirlos, cancelarlos, limitar su tratamiento, restringir o solicitar la

supresión de los mismos. También puede solicitar una copia de éstos o que ésta sea remitida a un tercero (derecho de portabilidad).

Para ejercer estos derechos puede Ud. dirigirse al Delegado/a de Protección de Datos del centro a través de los medios de contacto antes indicados o al correo electrónico: y/o tfno.

Únicamente el equipo investigador y las autoridades sanitarias, que tienen el deber de guardar la confidencialidad, tendrán acceso a todos los datos recogidos por el estudio. Se podrá transmitir a terceros información que no pueda ser identificada. En el caso de que alguna información se transmita a otros países, se realizará con un nivel de protección de datos equivalente, como mínimo, al establecido por la normativa española y europea.

¿Existen intereses económicos en este estudio?

El investigador no recibirá retribución específica de ningún tipo por la dedicación y realización del estudio.

¿Cómo contactar con el equipo investigador de este estudio?

Ud. puede contactar con el investigador principal Iván Fernández García en el teléfono 722142508 y/o correo electrónico [iván.fernández.garcia.@udc.es](mailto:iván.fernández.garcia@udc.es).

Muchas gracias por su atención y colaboración.

ANEXO V: DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

TITULO DEL ESTUDIO: Comparación de dos programas de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior en futbolistas

INVESTIGADOR: Iván Fernández García

D./Dña., con DNI
....., confirmo que:

- He leído atentamente la hoja de información al paciente/participante del estudio arriba mencionado, pude conversar con los investigadores y hacer todas las preguntas sobre cualquier aspecto del estudio.
- Entiendo que mi participación es voluntaria y tengo el derecho en todo momento de abandonar el estudio sin dar explicaciones y sin repercutirme negativamente en ningún aspecto.
- Acepto que mis datos se utilicen en las condiciones que aparecen en la hoja de información al paciente/participante.
- Presto libremente mi conformidad para participar en este estudio.

Rodee según su preferencia:

- Al terminar este estudio **ACEPTO / NO ACEPTO** que mis datos y resultados sean conservados de forma anónima para futuras investigaciones

En A Coruña, a de de 202.....

El/la participante,
Asdo.:

El investigador,
Asdo.:

ANEXO VI: PÓSTER INFORMATIVO

RECUPERACIÓN DE LA FUERZA TRAS LCA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

VUELVE AL JUEGO

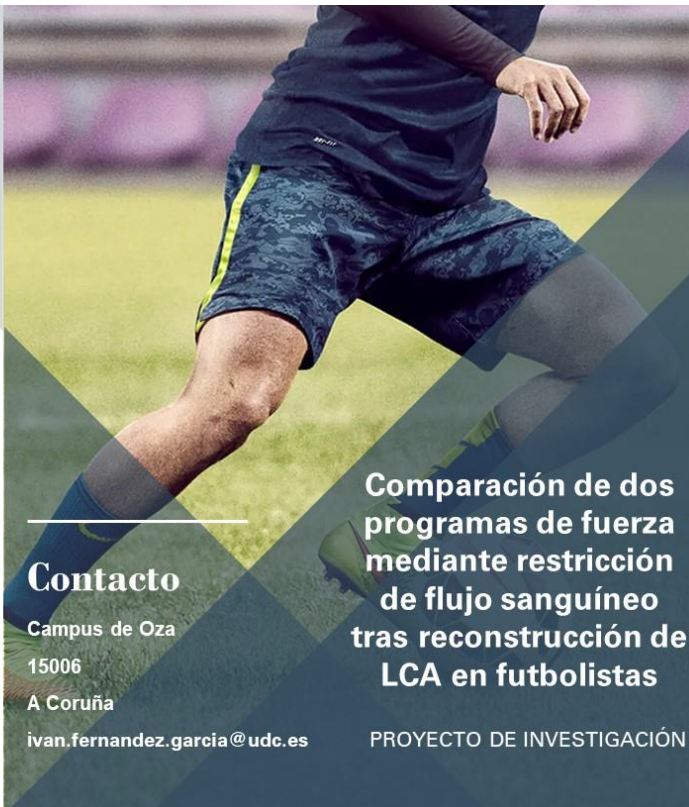
RECUPERA, REINVENTA
Iván Fernández García

Comparación de dos programas de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tras reconstrucción de LCA en futbolistas

CONTACTO
Campus de Oza
15006
A Coruña
ivan.fernandez.garcia@udc.es

ANEXO VII: TRÍPTICO INFORMATIVO

Recupera, reinventa,
vuelve al juego: tu
camino hacia la
recuperación tras la
rotura de LCA



Contacto
Campus de Oza
15006
A Coruña
ivan.fernandez.garcia@udc.es

Comparación de dos programas de fuerza mediante restricción de flujo sanguíneo tras reconstrucción de LCA en futbolistas

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



¿Quieres participar?

Llevado a cabo en A Coruña.

Incluye todos los gastos de la rehabilitación y valoraciones necesarias. Duración aproximada de 3 meses + información a los 2 años.

Para más información, ¡contacta sin dudarlo!



Nuestro proyecto

propone un tratamiento de entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo y cargas más bajas que el tratamiento convencional.

Tiene como objetivo maximizar la fuerza, hipertrofia y funcionalidad, acelerar el regreso al fútbol y prevenir futuras roturas.



¿Has tenido una rehabilitación fallida?

"Participar en el proyecto te brindará la oportunidad de recuperar la fuerza y funcionalidad de tu rodilla para acercarte a tu regreso al fútbol después de una rotura de ligamento cruzado."