

Tratamiento Acuático vs Tratamiento Conservador en la reconstrucción del LCA en futbolistas profesionales

Memoria Final

Estudios en el Grado de Fisioterapia
de l'Escola de Ciències de la Salut (UPF) TecnoCampus-Mataró

Fecha de entrega: 20 de febrero del 2023

Curso académico: 2022-23

Alumno: Lucas D. Álvarez Zarza

Director: Esther Mur Gimeno

Asignatura: TFG Fisioterapia



Centres universitaris adscrits a la



ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	2
GLOSARIO	3
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE /SUMMARY AND KEY WORDS	4
INTRODUCCIÓN	6
<u>EL FÚTBOL Y EL LCA</u>	6
<u>TRATAMIENTO TRADICIONAL</u>	9
<u>TRATAMIENTO ACUÁTICO</u>	10
JUSTIFICACIÓN	11
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	12
<u>HIPÓTESIS PRINCIPAL</u>	12
<u>OBJETIVO PRINCIPAL</u>	12
<u>OBJETIVO SECUNDARIO</u>	12
METODOLOGÍA	13
<u>DISEÑO DEL ESTUDIO</u>	13
<u>MUESTRA</u>	13
<u>POBLACIÓN</u>	13
<u>ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO</u>	14
<u>VARIABLES DEL ESTUDIO</u>	15
<u>PROCEDIMIENTO</u>	17
<u>INTERVENCIÓN</u>	18
- <u>PROTOCOLO TRATAMIENTO TRADICIONAL</u>	18
- <u>PROTOCOLO TRATAMIENTO ACUÁTICO</u>	27
<u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	32
<u>CONSIDERACIONES ÉTICAS</u>	33
CRONOGRAMA	34
PRESUPUESTO	35
LIMITACIONES Y PROSPECTIVA	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ANEXOS	43
ANEXO 1: HOJA INFORMATIVA A LOS PACIENTES PREVIO AL ENSAYO CLÍNICO	43
ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión.....	13
Tabla 2: Días en los que se valorará a los pacientes.....	17
Tabla 3: Fases de recuperación del LCA de acuerdo a las semanas.....	18
Tabla 4: Tratamiento tradicional semana 1-2.....	19
Tabla 5: Tratamiento tradicional semana 3-4.....	24
Tabla 6: Tratamiento acuático.....	30
Tabla 7: Cronograma.....	34
Tabla 8: Presupuesto.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Epidemiología del LCA según posición.....7

Figura 2: Edad media de los jugadores con lesión del LCA.....8

GLOSARIO

LCA: Ligamento Cruzado Anterior

RMN: Resonancia Magnética

ROM: Range of Motion, Rango de Movimiento

CCC: Cadena Cinética Cerrada

CCA: Cadena Cinética Abierta

GRF: Ground Reaction Force, Fuerza de Reacción del Suelo

DS: Decúbito Supino

DP: Decúbito Prono

TENS: Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea

PH: Presión Hidrostática

DR: Densidad Relativa

EES: Extremidad Superior

EEII: Extremidad Inferior

ABD: Abducción

ADD: Aducción

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción: La rotura del LCA es una lesión frecuente en el mundo del fútbol. Varios estudios se han llevado a cabo tanto a nivel internacional como nacional con el fin de investigar la epidemiología de la lesión. Cada temporada una media de 11 jugadores de la Primera División española se someten a la cirugía de reconstrucción del cruzado anterior. Además de ser una de las más frecuentes es también una de las lesiones que apartan durante más tiempo al futbolista de los terrenos de juego. La intervención quirúrgica es tan solo el inicio de un procesos de rehabilitación que tomará meses para volver a los terrenos de juego. Con el avance de la medicina se han encontrado alternativas a la terapia tradicional. Un amplio abanico de terapias se ofrecen como posibilidad para tratar la reconstrucción del LCA después de la cirugía, entre ellas se halla la terapia en agua cuyas propiedades han demostrado tener considerables beneficios en los pacientes que se sumergen en ella.

Justificación: Como se ha mencionado anteriormente, la reconstrucción del LCA toma mucho tiempo de recuperación para el jugador cuya herramienta de trabajo es su propio cuerpo. Urge la necesidad de obtener una terapia que pueda adelantar los procesos de recuperación y pasar a fases de la rehabilitación más avanzadas en un periodo de tiempo menor. **Hipótesis y objetivos:** La hipótesis que este estudio sostiene es que la terapia acuática es capaz de proveer mejores resultados en una fase inicial post operatoria del LCA en cuánto a que aumenta el ROM y se consigue una marcha funcional en un periodo de tiempo más corto comparado con la terapia tradicional llegando a la siguiente fase de la rehabilitación en mejores condiciones y más rápido. El objetivo principal es comparar la eficacia de ambas terapias midiendo las variables ROM, marcha y tiempo. **Metodología:**

Se trata de un ensayo clínico aleatorizado con simple ciego. Los 32 participantes se dividirán en dos grupos, en el control realizando la terapia convencional y en el experimental haciendo la terapia acuática. **Procedimientos:** Se harán 4 valoraciones en total. La primera se realiza el día después de la cirugía y las próximas se llevarán a cabo 1 vez por semana. El ROM se medirá con un goniómetro electrónico mientras que la variable marcha se evaluará con plataformas de fuerza. **Propuesta de intervención:** El grupo control realizará en el gimnasio del TCM 6 del Tecnocampus 2 horas de tratamiento. Mientras que el grupo experimental hará 1 hora en agua en las instalaciones de las piscinas municipales de Mataró y otra hora en tierra en el mismo lugar que el grupo control. Ambos grupos harán sus respectivos tratamientos 6 días a la semana durante 4 semanas. **Prospectiva:** En caso que los resultados sean estadísticamente significativos, el estudio podrá aportar conocimiento al ámbito de la Fisioterapia deportiva en el jugador operado del LCA.

Palabras clave: LCA, tratamiento, jugador, marcha, ROM, tiempo

SUMMARY AND KEY WORDS

Introduction: ACL tears are a frequent injury in the world of soccer. Several studies have been carried out both internationally and nationally in order to investigate the epidemiology of the injury. Each season an average of 11 players in the Spanish First Division undergo reconstruction surgery on the anterior crusader. In addition to being one of the most frequent, it is also one of the injuries that takes the footballer away from the pitch for the longest time. The surgical intervention is only the beginning of a rehabilitation process that will take months to return to the playing fields. With the advancement of medicine, alternatives to traditional therapy have been found. A wide range of therapies are offered as a possibility to treat ACL reconstruction after surgery, among them is water therapy whose properties have been shown to have considerable benefits in patients who immerse themselves in it. **Justification:** As previously mentioned, ACL reconstruction takes a long time to recover for the player whose working tool is their own body. There is an urgent need to obtain a therapy that can advance recovery processes and move on to more advanced phases of rehabilitation in a shorter period of time. **Hypothesis and main objective:** The hypothesis that this study supports is that aquatic therapy is capable of providing better results in an initial post-operative phase of the ACL in terms of increasing ROM and achieving a functional gait in a shorter period of time compared to traditional therapy. reaching the next phase of rehabilitation in better conditions and faster. The main objective is to compare the efficacy of both therapies by measuring the variables ROM, gait and time. **Methodology:** This is a single-blind randomized clinical trial. The 32 participants will be divided into two groups, in the control performing the conventional therapy and in the experimental one doing the aquatic therapy. **Procedure:** There will be 4 evaluations in total. The first is done the day after surgery and the next ones will be done once a week. The ROM will be measured with an electronic goniometer while the gait variable will be evaluated with force platforms. **Intervention proposal:** The control group will carry out 2 hours of treatment in the TCM 6 gym of the Tecnocampus. While the experimental group will do 1 hour in water in the facilities of the Mataró municipal swimming pools and another hour on land in the same place as the control group. Both groups will do their respective treatments 6 days a week for 4 weeks. **Prospective:** In the event that the results are statistically significant, the study may contribute knowledge to the field of Sports Physiotherapy in the ACL operated player.

Key words: ACL, treatment, player, ROM, gait, time

INTRODUCCIÓN

El fútbol y el LCA

El fútbol es el deporte más conocido a nivel mundial y a la vez es uno de los deportes que presenta más incidencia de lesión del LCA⁽¹⁾. El mecanismo lesivo se da por un traumatismo indirecto en el momento en el que el jugador cambia de dirección o se frena bruscamente, dejando tanto la pierna como el pie fijo en el suelo, produciéndose así una rotación del fémur sobre la tibia de tal magnitud que el LCA no puede resistir y se acaba desgarrando parcial o totalmente. También existe la posibilidad que el traumatismo pueda suceder en un salto en el que la rodilla ceda en un valgo excesivo ante el peso del cuerpo al aterrizar de manera monopodal.

Por otro lado, aunque en menor frecuencia, cabe también la posibilidad de que el ligamento se rompa en un traumatismo directo mediante un golpe en la cara lateral de la rodilla mientras el pie está apoyado en el suelo⁽²⁾.

Distintos autores afirman que se hallan factores de riesgo relacionados con el fútbol, los cuáles se pueden dividir en dos tipos: Los factores intrínsecos y los extrínsecos⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾.

Los factores intrínsecos son aquellos que se encuentran dentro del mismo sujeto:

- El sexo.
- La falta de fuerza y del reclutamiento de fibras.
- La fatiga muscular.
- Un CORE y una propiocepción poco trabajada.
- Estrechez en la eminencia intercondílea.
- Composición corporal, tanto el peso como el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa es un factor facilitador para la rotura del LCA.
- Laxitud articular.
- Incremento del ángulo Q.

Los factores extrínsecos son aquellos ajenos a la persona:

- El clima.
- El césped, hay más alta incidencia en césped artificial que en césped natural.
- El tipo de botas de fútbol⁽⁶⁾
- Carga de entrenamientos.

- Nivel de competición.

En cuanto a la epidemiología de la lesión, a nivel europeo se han extraído relevantes datos gracias a los diferentes estudios que se han llevado a cabo con el fin de investigar la incidencia del LCA.

Tal es la frecuencia de la lesión que a pesar de los esfuerzos por evitarla tanto por parte de los equipos médicos como de los clubes, la incidencia no se ha reducido en los últimos 15 años⁽⁷⁾. De hecho, se estima que la frecuencia de la lesión es de 0,4 en los equipos europeos de élite, lo que se traduce en una lesión de este tipo cada dos temporadas⁽⁸⁾. Siendo 20 veces más probable que suceda en un partido que en un entrenamiento⁽⁹⁾.

Por otro lado, a nivel nacional también se ha llevado a cabo un estudio de las últimas 10 temporadas de la Liga Española (1a División) cuyos resultados son dignos de mención⁽¹⁰⁾. La Liga sufre una media de 11 lesiones por temporada siendo el traumatismo por no contacto el más frecuente. De estas lesiones, los defensas son los que más las sufren (32,72%), luego los mediocampistas (29,10%), seguido por los delanteros (28,18%) y por último los porteros (10%)(Figura 1). A pesar de que los defensas tienen más incidencia, es también cierto que la epidemiología entre las posiciones (quitando los porteros) se encuentra bastante repartida.

Season	ACL ruptures	Field positions (n=110)			
		Goalkeeper	Defender	Midfielder	Forward
2019/2020	7	0	3	0	4
2018/2019	15	0	6	4	5
2017/2018	6	1	2	0	3
2016/2017	15	3	6	2	4
2015/2016	7	2	2	3	0
2014/2015	11	2	3	3	3
2013/2014	14	1	3	8	2
2012/2013	11	0	4	4	2
2011/2012	14	0	4	6	4
2010/2011	10	2	2	2	4
Total	110	11 (10%)	36 (32.72%)	32 (29.1%)	31 (28.18%)

Figura 1: Epidemiología del LCA según posición (Requejo-Herrero, 2023)

Además, se halló un perfil predominante en el futbolista que tiene más riesgo de sufrir una lesión del LCA. La edad media en la que se produjeron las lesiones del cruzado anterior fue de 25,8 años (Figura

2). Su pierna dominante solía ser la diestra (68,18%) y su altura media oscila por encima de los 1,78 m.

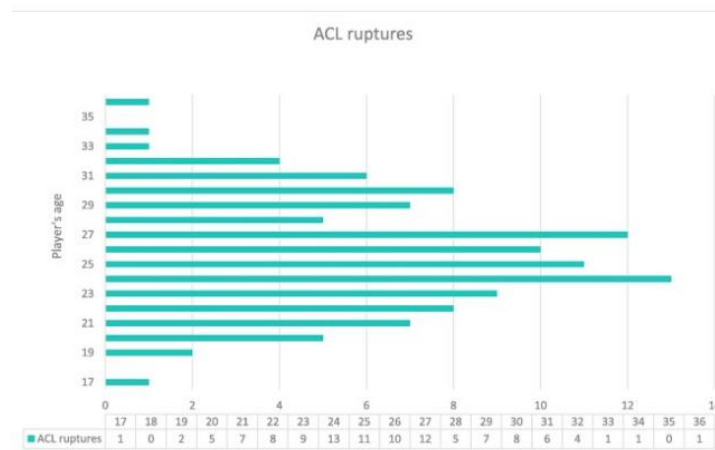


Figura 2: Edad media de los jugadores que sufren un lesión del LCA (Requejo-Herrero, 2023)

Lo último a destacar en relación a este estudio es que la media de tiempo que el futbolista se pasó fuera de los terrenos de juego hasta volver a jugar su primer partido fue de 218,8 días. Este período equivale a unos 7 meses sin ejercer la profesión. En conclusión, estos datos convierten al fútbol juntamente con otros como el básquet y el rugby/fútbol americano en los deportes que más incidencia tienen de rotura del LCA en varones.

Existen diferentes pruebas semiológicas destinadas a valorar la integridad del LCA como Lachman, la prueba del cajón anterior, pivot shift test y el test de Lelli⁽¹¹⁾. Sin embargo, para confirmar definitivamente la lesión del LCA es imprescindible someterse a una RMN. La severidad de la lesión se puede clasificar en grados y esto determinará qué tratamiento seguir, ya sea un tratamiento conservado o un tratamiento quirúrgico para la reconstrucción del LCA⁽¹²⁾.

- Grado I: No hay rotura del LCA. El ligamento se ha estirado, pero sigue siendo funcional. No hay inestabilidad.
- Grado II: Hay una rotura parcial del ligamento, algunas fibras se han roto pero otras no. Puede haber cierta inestabilidad.
- Grado III: Rotura total del ligamento. Hay inestabilidad severa.

Una vez confirmada la rotura del LCA el destino para el 98,6% de los futbolistas de élite es el quirófano⁽⁷⁾. La operación consiste en la sustitución del ligamento roto por una plastia que puede ser artificial, del mismo paciente que se va a someter a la operación o de un muerto⁽¹³⁾. El tiempo medio

de baja después de la reconstrucción del LCA es de 6 meses y medio para volver a los entrenamientos y de 7 meses y medio para volver a competir en los partidos⁽⁷⁾⁽¹⁴⁾. Por lo tanto, esto significa para muchos jugadores perderse lo que queda de temporada.

Las secuelas que deja esta lesión pueden marcar la carrera profesional del jugador tanto a corto como a largo plazo. La vuelta a la competición al más alto nivel presenta un índice del 85%, no obstante, esta cifra desciende dramáticamente después de los tres años en el que se calcula que tan solo el 65% de los jugadores son capaces de competir al más alto nivel. Además, el 7% de los futbolistas presentan complicaciones antes de jugar su primer partido, entre estas complicaciones está incluida la posibilidad de una nueva rotura⁽⁷⁾. Las secuelas que deja la lesión no solo producen consecuencias en el corto plazo, sino que se pueden prolongar por años después del episodio lesivo. Se ha observado que hay una relación entre la lesión del cruzado anterior y la osteoartritis. Se ha comprobado una alta prevalencia de osteoartritis en futbolistas varones que se rompieron el cruzado anterior después de 14 años, los cuales refieren sintomatología severa que afecta a su calidad de vida⁽¹⁵⁾.

Tratamiento tradicional

Una vez el jugador ha pasado por quirófano empieza la fase de rehabilitación postquirúrgica en la que el fisioterapeuta juega un papel muy importante. La rehabilitación del LCA en el tratamiento tradicional se puede dividir en diferentes etapas las cuales están segmentadas en semanas^{(16) (17)}:

-Etapa I, es la primera semana después de la operación. Una fase en la que se deben evitar complicaciones post-quirúrgicas, controlar el dolor, reducir el rubor, la inflamación y conseguir un ROM completo

-Etapa II, abarca desde la semana 2 hasta la 9. Se debe insistir en lo trabajado en la primera semana, como los ejercicios isométricos, isotónicos y concéntricos. Se introduce el entrenamiento neuromuscular ya que se pierde parte de la propiocepción después de la cirugía. Se introduce el trabajo en bicicleta y en las últimas semanas se puede realizar un trote suave en un tapiz rodante.

-Etapa III, comprende desde la semana 9 hasta la semana 16. En esta fase la plastia está empezando a consolidarse y se pueden empezar a introducir ejercicios de más intensidad tanto en CCC como en

CCA. Trabajo de equilibrio dinámico, pliometría y coordinación. En la semana 13 es posible el trote al aire libre.

-**Etapa IV**, es la última fase de la recuperación que abarca desde la 16 a la semana 22. Es también denominada la fase *Return to play* ya que los ejercicios están destinados al deporte específico del jugador. Se puede trabajar el mecanismo lesivo, el giro, aceleración, desaceleración y aterrizaje, entre otros componentes motrices básicos del fútbol.

Tratamiento acuático

La terapia acuática es un tratamiento que con el paso de los años ha ido ganando más fuerza gracias a las propiedades que el agua presenta, las cuales provocan beneficios en los pacientes que se someten a esta terapia. Las características que el agua presenta; densidad, flotabilidad, presión hidrostática y resistencia, si se aplican de manera correcta acaba dando mejoras significativas en el paciente⁽¹⁸⁾.

Los beneficios que más destacan al rehabilitarse en agua son⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾ la reducción del dolor e inflamación, la restauración total de los grados de movilidad de la articulación, la recuperación del ciclo funcional de la marcha, el mantenimiento o desarrollo de la capacidad cardiovascular, desarrollo de patrones de movimiento y entrenamiento de coordinación e introducción precoz del entrenamiento pliométrico⁽²²⁾.

Además, la terapia acuática no solo ha demostrado tener beneficios a nivel del aparato locomotor sino que también se ha hallado evidencia en pacientes con lesiones neurológicas reduciendo la intensidad en la espasticidad⁽²³⁾ y mejorando la marcha en pacientes con afectación a nivel medular⁽²⁴⁾.

JUSTIFICACIÓN

En la literatura se encuentran muchos artículos que hablan sobre los beneficios tanto a nivel físico como a nivel psíquico de la terapia acuática. También se hallan cientos de artículos que hablan sobre la rehabilitación tradicional del LCA. Y además se hallan algunos estudios, aunque no en abundancia, que comparan la terapia tradicional con la terapia acuática en una población en concreta, no relacionada con atletas de élite.

Sin embargo, no se han identificado estudios que comparen estas dos terapias entre sí con las variables que se proponen en este proyecto (tiempo, ROM y marcha) en futbolistas profesionales que se han sometido a una lesión del LCA. Por lo tanto, observando que el número de jugadores que se rompe el LCA no descende, sino que más bien se mantiene estable temporada tras temporada, se considera importante llenar este vacío científico hallando evidencias sobre la efectividad de la terapia acuática sobre la terapia tradicional en este tipo de población en específico.

El futbolista requiere la fuerza de su propio cuerpo para obtener un buen rendimiento. Asimismo, en el apartado introductorio se ha observado que la incidencia de lesión de LCA es elevada en este tipo de población y el tiempo de recuperación se extiende a los 7 meses mínimamente.

No obstante, si se hallan evidencias claras de que la terapia acuática acelera el proceso de recuperación en este tipo de lesiones, los jugadores se podrían beneficiar de este tratamiento para estar antes en los terrenos de juego.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis principal

- El tratamiento acuático acelera el tiempo de recuperación en las primeras fases de la rehabilitación en los futbolistas profesionales varones operados del LCA, en cuanto a que aumenta el ROM y se consigue una marcha funcional en un periodo más corto comparado con el tratamiento tradicional. Se llega antes a la siguiente fase del tratamiento y en mejores condiciones.

Objetivo principal

- Comparar la eficacia de la terapia acuática sobre la terapia tradicional en las variables de ROM, marcha y tiempo en el futbolista profesional varón operado del LCA.

Objetivo secundario

- Observar qué beneficios físicos aporta la terapia acuática a los futbolistas varones profesionales operados del LCA

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se trata de un ensayo clínico controlado y aleatorizado con un simple ciego.

Muestra

Es importante que para que el ensayo clínico tenga relevancia alguna haya un número de jugadores significativos participando en el experimento con tal de poder extraer resultados fiables. Para ello, se hará uso de una aplicación llamada *Calculadora de Grandària Mostral GRANMO version 7.12*, que como bien indica su nombre se encarga de calcular el tamaño muestral de ensayos clínicos.

El tamaño de la muestra fue calculado adquiriendo como variable principal la medición de los grados de movilidad de la rodilla (ROM). Para hallar una diferencia de como mínimo 4 puntos, considerada la mínima diferencia clínicamente significativa, suponiendo una desviación estándar común de 3,69 obtenida en una muestra similar (Zamarioli et al. 2008) asumiendo un valor alfa de 0.05, una potencia estadística del 80% y con una estimación de pérdidas del 15% se necesitan al menos 16 jugadores por grupo.

Población

Se ha escogido las ligas profesionales de España para llevar a cabo el estudio, estos deben cumplir los siguientes criterios (Tabla 1). La RFEF considera ligas profesionales la Liga Santander (1a división española) y la Liga SmartBank (2a división).

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> ● Futbolista varón jugador profesional que juegue en la Liga Santander (1a división española) o Liga SmartBank (2a división española) ● Que haya sufrido sufrido una rotura del ligamento cruzado anterior en cualquiera de las dos piernas ● Que se someta a la reconstrucción del 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se excluyen aquellos casos en los que no se someterá el jugador a cirugía. ● En el que la plastia de sustitución del ligamento roto provenga de un tejido que no sea del propio sujeto lesionado (aloinjerto). ● En el que se haya tenido una complicación grave en la operación o en

<p>LCA en la pierna afectada por primera vez, es decir, que se incluyen también los casos en el que el jugador haya pasado por una reconstrucción del LCA en la pierna contralateral.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Se incluyen los casos en los que juntamente con la lesión del ligamento cruzado anterior, haya lesión de otro tipo como; meniscal, ósea, tendinosa o ligamentosa. 	<p>el que el tiempo entre el momento traumático en el que se produjo la lesión y la intervención quirúrgica sea mayor a seis semanas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Es también importante destacar que los jugadores tienen que pasar por un programa de tratamiento preoperatorio, en caso de que esto no suceda se convierte en motivo para quedar excluido del experimento. ● Se excluyen también los casos de reincidencia en la misma pierna operada anteriormente.
---	---

Tabla 1: Criterios de inclusión y de exclusión

Asignación de los individuos a los grupos de estudio

Se pretende que el ensayo clínico sea aleatorio con un simple ciego, lo que quiere decir que el dirigente del experimento no sabrá en ningún momento a qué grupo es designado cada jugador. Se contratará a una persona ajena al estudio para que asigne a cada jugador en uno de los grupos de manera aleatoria. Esta aleatorización se llevará a cabo mediante un software llamado *OxMaR* en ratio 1:1. Una vez realizada la aleatorización se dará en un sobre opaco los resultados de la asignación de los grupos a cada jugador que participa en el ensayo clínico.

- El grupo experimental se someterá a la terapia cuyos efectos y beneficios se pretende estudiar sobre el jugador que ha pasado por el proceso de reconstrucción del LCA, en este caso se hace alusión a la terapia acuática.
- Por otro lado, en el grupo control se realizará la terapia tradicional. El grupo control es la referencia que se toma para discernir si el tratamiento innovador (el acuático) es apropiado para considerarlo una buena terapia para este tipo de lesiones mediante la comparación de los datos extraídos de ambos grupos durante el ensayo clínico. Con el objetivo de evitar resultados sesgados se aplicará un doble ciego para que ni los dirigentes del estudio ni los mismos pacientes sepan a qué grupo pertenecen.

VARIABLES DEL ESTUDIO

Las variables que se quieren valorar a lo largo de este estudio son:

- Variable principal: ROM
- Marcha
- Tiempo

ROM

El ROM (Range of Motion) son los grados de movilidad que una articulación tiene. En la rodilla se dan dos movimientos en diferentes planos. En el plano sagital se produce la flexo-extensión y en el plano coronal se producen las rotaciones.

Los grados de flexión en la rodilla oscilan entre los 140-160º, mientras que la extensión puede llegar a los 5-10º. La rotación externa predomina sobre la interna, siendo esta primera de 45-50º y la interna entre los 30-35º. El ROM post-operación se ve significativamente reducido debido a los procesos de inflamación que se está produciendo dentro de la rodilla, los procesos de cicatrización que se están llevando a cabo y la por el déficit de fuerza muscular que sufre especialmente el cuádriceps post-cirugía.

La herramienta que se utilizará en este experimento es el goniómetro electrónico, el cuál calculará los grados de flexo-extensión y rotación de la rodilla.

Marcha

La marcha es el actor motor que nos permite desplazarnos de un lado a otro. Se puede dividir en diferentes etapas⁽²⁵⁾:

- La primera etapa es la de *despegue*, en la que la pierna retrasada se inclina hacia adelante por la extensión de la coxofemoral, y mientras esto sucede la rodilla y el pie se flexionan a la vez. Al final de esta fase la rodilla está cerca de estar completamente extendida y el pie se encuentra en su máxima flexión plantar gracias a la acción de sóleo y gastrocnemios. En esta primera fase hay un doble apoyo contra el suelo de ambas piernas.
- En la segunda etapa es denominada *fase de oscilación*. El pie finalmente se despegas del suelo y se produce la flexión tanto de la rodilla como de la cadera. El cuerpo desplaza el centro de gravedad hacia adelante y el miembro inferior contralateral sostiene todo el peso del cuerpo

a medida que se desplaza hacia adelante. En el final de esta fase la rodilla comienza a extenderse y el pie se flexiona dorsalmente en busca de una recepción contra el suelo.

- La tercera etapa es la de *recepción de la carga*. El talón contacta con el suelo recepcionando parte del peso del cuerpo. Durante esta fase la extremidad inferior ha de medir y frenar el avance del cuerpo hacia adelante. El pie cae en flexión de 0º aunque los músculos flexores siguen activos para absorber el impacto contra el suelo y evitar la caída en exceso del antepié. La rodilla también colabora en la amortiguación al caer el talón a tierra pasando de una extensión casi completa a una leve flexión de 10º gracias a la acción de frenada del cuádriceps. La articulación coxofemoral no adquiere mucho protagonismo en esta fase. Por último, la acción del tríceps sural produce el contacto completo de la planta del pie con el suelo.
- Finalmente se halla la cuarta y última fase, llamada *fase de apoyo unilateral*. El miembro inferior recientemente aterrizado soporta todo el peso del cuerpo a la vez que mantiene el equilibrio en todos los planos ya que a la vez la pierna contralateral está en la fase de oscilación. La pierna se verticaliza y se extiende para favorecer el avance hacia adelante, se pasa de un patrón flexor a uno extensor.

La marcha después de la reconstrucción del LCA se ve alterada. El patrón evolutivo de la marcha postoperatorio es: utilización de dos muletas, utilización de una muleta y marcha sin soporte. Cuando el paciente comienza a caminar sin soporte, en la gran mayoría de casos se aprecian patrones erróneos en el que el problema principal se encuentra es la falta de ROM. Como consecuencia, si estos patrones no son corregidos es probable que el sujeto lo adquiera como un patrón normal para el resto de su vida o por un largo periodo.

El dispositivo que se utilizará para valorar la marcha será una Plataforma de Fuerza. Esta herramienta se utiliza para medir las fuerzas de reacción. La fuerza de reacción es un concepto basado en la tercera Ley de Newton cuyo principio afirma que si una fuerza es aplicada sobre un objeto, este objeto aplicará una fuerza en la dirección opuesta de la misma magnitud. A este concepto también se lo denomina *Ground Reaction Force*. Por lo tanto, el GRF es el espejo que refleja la fuerza que el sujeto está aplicando contra la plataforma. De esta manera es posible discernir con qué pierna el paciente aplica más fuerza o si realiza la misma fuerza con ambas piernas.

La prueba consistirá en caminar sobre las plataformas de fuerza, cada pierna apoyará dos veces sobre la plataforma correspondiente. Habrá una plataforma para la pierna derecha y otra para el apoyo de

la pierna izquierda. Estas plataformas estarán conectadas a un dispositivo electrónico (portátil o tablet) que proporcionará información mediante un software llamado *ForceDesk* que interpreta los datos.

Tiempo

Por último, la variable tiempo es la que valorará con cuánta brevedad las dos variables anteriores alcanzan patrones normales. La referencia que se toma para empezar a contar los días es desde el día de la operación.

Las valoraciones se llevarán a cabo una vez a la semana, siendo la primera valoración un día después de la intervención quirúrgica. La última valoración se llevará a cabo justamente 28 días después de la intervención quirúrgica. En total se realizarán 5 valoraciones a lo largo del estudio (Tabla 2).

Día Post-Operación	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28
1a valoración	2a valoración	3a valoración	4a valoración	5a valoración

Tabla 2: Días en los que se valorará a los pacientes

Procedimiento

Se describe el proceso desde que el jugador se lesiona hasta que finaliza el experimento realizando la última valoración.

El jugador se lesiona—> Cumple criterios de inclusión—> Tanto el jugador como el club dan permiso para participar en el ensayo clínico—>Cirugía de reconstrucción LCA—> se somete a la primera valoración el día después de la cirugía—>Recogida de datos
Mediante la aleatorización se le asigna al grupo control o experimental—>Comienza el protocolo de rehabilitación de acuerdo al grupo que se le haya asignado—>2a valoración en el día 7—> Recogida de datos—>3a valoración día 14—>Recogida de datos—>4a valoración en el día 21—> Recogida de datos—>5a valoración en el día 28—>Recogida final de datos.

Intervención

- Protocolo tratamiento tradicional

El grupo que realiza el tratamiento tradicional llevará a cabo un tratamiento de 2 horas diarias de lunes a sábado, siendo el domingo día de descanso. Debido a que el experimento tiene una duración de 30 días, el tratamiento estará específicamente vinculado a las primeras fases de la rehabilitación. Normalmente, la rehabilitación de la reconstrucción del LCA consiste en cuatro fases (Tabla 3).


Etapas rehabilitación	I	II	III	IV
Semanas destinadas a cada etapa	1	2-9	9-16	16-22

Tabla 3: Fases de recuperación del LCA de acuerdo a las semanas

El ensayo clínico cubrirá alrededor de 4 semanas, por lo tanto el tratamiento estará enfocado en las etapas I y II de la rehabilitación. La etapa I es la fase postquirúrgica y comprende la semana 1 después de la operación. En esta fase se quiere evitar las complicaciones que pueden surgir después de la intervención. Pretende alcanzar objetivos como controlar el dolor, rubor e inflamación y recuperar el control neuromuscular. Entre otros objetivos también se encuentra recuperar el ROM tanto a nivel activo como a nivel pasivo, cuya variable es la principal en el proyecto.

Por otro lado, la etapa II, es la fase que va desde la semana 2 hasta la 9. Se debe insistir en lo trabajado en la primera etapa a la vez que se trabajan otros aspectos como el fortalecimiento de cuádriceps e isquiosurales mediante ejercicios isométricos, isotónicos e isocinéticos y la iniciación en el entrenamiento neuromuscular. Estimular el trabajo propioceptivo es importante, especialmente debido a que después de la operación hay una pérdida considerable de la propiocepción. Por lo tanto, debido a que las diferentes etapas de la rehabilitación pretenden cubrir ciertos objetivos, se ha decidido dividir el protocolo de rehabilitación en Semana 1-2 y Semana 3-4.

A continuación se presenta el protocolo de rehabilitación del tratamiento tradicional (Tabla 4 y 5)⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽²⁶⁾.

Tratamiento tradicional semana 1-2	
EJERCICIOS	CARGA
<p>Cinesiterapia → Objetivo: Ganar ROM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasiva: El fisioterapeuta moviliza tanto la articulación femorotibial como la patelofemoral sin ninguna participación del paciente. - Activa: En este caso, es el mismo paciente el que se encarga de la movilización. Se trabaja tanto la flexión como la extensión. <p>Ejercicios cinesiterapia activa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión <p>Ejercicio 1: Paciente en la camilla en DS con el talón de su pierna intervenida apoyado sobre una superficie deslizante. Se realiza una flexo-extensión hasta el tope fisiológico (Foto 1 y 2).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Foto 1: Fuente propia</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Foto 2: Fuente propia</p> </div> </div> <p>Ejercicio 2: Paciente en el borde de la camilla en sedestación sin que los pies toquen el suelo. La pierna sana asiste a la pierna intervenida ayudándola a hacer la flexión (Foto 3 y 4).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Foto 3: Fuente propia</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Foto 4: Fuente propia</p> </div> </div>	<p>Realización todos los días 25'</p>

- Extensión

Ejercicio 3: Paciente en camilla en DP con piernas completamente estiradas y rodillas ubicadas al borde de la camilla de tal modo que los pies quedan fuera de la camilla (Foto 5). El paciente se relaja y deja que la rodilla caiga en extensión todo lo que pueda. La pierna sana asiste hacia la extensión a la pierna intervenida (Foto 6).



Foto 5: Fuente propia



Foto 6: Fuente propia

- Movilización rótula

Ejercicio 4: Paciente en DS semi-incorporado y piernas extendidas. Con los dedos pulgares de su mano moviliza rótula de medial a lateral, hacia arriba y abajo y en diagonal (Foto 7 y 8).



Foto 7: Fuente propia



Foto 8: Fuente propia

Tratamiento de la cicatriz a través del masaje transverso y profundo →
Objetivo: Evitar adherencias y futuras complicaciones

Realización
todos los días
por 10'

<p>Drenaje pasivo del edema + ejercicio → Objetivo: Drenar la articulación para facilitar la movilidad de la rodilla.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio activo de bombeo músculo-venoso con movilidad de tobillo en flexo-extensión (Foto 9 y 10). <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="244 427 625 651"> </div> <div data-bbox="748 427 1129 651"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <p>Foto 9: Fuente propia</p> <p>Foto 10: Fuente propia</p> </div>	<p>Realización todos los días por 15'.</p>
<p>Electroterapia → Objetivo: Antiálgico Es útil el programa TENS a nivel nociceptivo para reducir dolor, especialmente en los primeros días después de la intervención. A medida que pasan los días se debe cambiar el programa a uno estimule la musculatura y favorezca la recuperación de la tonificación que se ha perdido durante la intervención.</p>	<p>Realización todos los días por 20'.</p>
<p>Ejercicios isométricos → Objetivos: Estimulación muscular y antiálgia.</p> <p>Van bien en estas fases debido a que son ejercicios antiálgicos. Sirven para estimular la musculatura.</p> <p>Ejercicio 1: Paciente en DS con pierna intervenida completamente estirada y con una toalla enrollada debajo del hueco poplíteo (Foto 11). El paciente debe hacer fuerza hacia abajo con su rodilla apretando la toalla por unos 5 segundos. A la vez, la punta del pie debe estar apuntando hacia el propio paciente y debe intentar levantar el talón (Foto 12).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="220 1630 601 1854"> </div> <div data-bbox="724 1630 1106 1854"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <p>Foto 11: Fuente propia</p> <p>Foto 12: Fuente propia</p> </div> <p>Ejercicio 2: Paciente en camilla en DS con pierna intervenida completamente</p>	<p>Realización todos los días 4x12 repeticiones cada ejercicio.</p>

estirada (Foto 13). El ejercicio consiste en elevar la pierna intervenida unos 20cm respecto a la camilla por unos 5 segundos (Foto 14). Se contraen los cuádriceps, en especial el recto femoral por la flexión de cadera.



Foto 13: Fuente propia



Foto 14: Fuente propia

Ejercicio 3: Paciente en DS con pierna intervenida completamente estirada (Foto 15). El paciente debe realizar una fuerza caudal con su talón contra la camilla por unos 5 segundos (Foto 16).



Foto 15: Fuente propia



Foto 16: Fuente propia



Ejercicios para estimular el patrón de la marcha y educación en cuánto a cómo utilizar las muletas —> Objetivos: Enseñar al paciente a cómo caminar con dos muletas y con una. Enseñar al paciente a cómo regular la medida de la muleta y proporcionar consejos ergonómicos para que esté cómodo.

- El ejercicio consiste en caminar con ambas muletas (o una según la fase en la que se esté). Intentar caminar en el orden correcto:
Avance de muletas → Avance pierna intervenida → Avance pierna sana.
El fisioterapeuta está atento por si aprecia compensaciones, o errores que puedan dificultar la marcha en el sujeto a la vez que está cerca para evitar una posible caída.

Realización todos los días por 15'.

Hielo. Aplicación de hielo durante 15' para provocar vasoconstricción y reducir inflamación	Realización todos los días por 15'.

Tabla 4: Tratamiento tradicional semana 1-2

Tratamiento tradicional semana 3-4	
EJERCICIOS	CARGA
<p>Se debe continuar insistiendo en la cinesiterapia para seguir aumentando los grados de movilidad de la rodilla haciendo especial hincapié en la flexión y extensión → Objetivo: Conseguir más amplitud en el movimiento de la rodilla.</p> <p>Seguir la pauta de ejercicios que se estableció en la semana 1-2 tanto a nivel activo como pasivo. Se añade un ejercicio para trabajar específicamente la extensión de rodilla. Consiste en realizar últimos grados de extensión con una banda elástica envuelta a la pierna y ubicada en el hueco poplíteo (Foto 17 y 18). Carga 4*12 repeticiones.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Foto 17: Fuente propia Foto 18: Fuente propia</p>	<p>Realización todos los días 25'</p>
<p>Tratamiento de la cicatriz a través del masaje transversal y profundo → Objetivos: Eliminar adherencias y futuras complicaciones</p>	<p>Realización todos los días por 10'</p>
<p>Bicicleta estática → Objetivos: Ampliar ROM, ganar fuerza y estimular el desarrollo del sistema aeróbico</p>	<p>Realización todos los días 15' con posibilidad de aumentar la carga según criterio fisioterapeutas.</p>
<p>Electroterapia + ejercicio activo → Objetivos: Ganar masa muscular - Pedir contracción activa de los músculos tratados en el intervalo en el que la contracción pasiva sucede con el objetivo de reclutar más fibras musculares.</p>	<p>Realización todos los días por 20'.</p>
<p>Ejercicios → Objetivo: Estimular la musculatura. -Se seleccionan 2 ejercicios de la Semana 1-2 para continuar haciendo pero</p>	<p>Realización todos los días 4x12 repeticiones</p>

añadiendo una progresión del ejercicio. A continuación, se presentan tres nuevos ejercicios para realizar en esta fase: cada ejercicio.

Ejercicio 1: Paciente en DS en una flexión de coxofemoral y de rodilla de 90º. Los pies se sitúan en un fitball que estará entre los pies del paciente (Foto 19) y la pared. El ejercicio consiste en hacer fuerza en dirección a la pared apretando el fitball por 5 segundos (Foto 20).



Foto 19: Fuente propia



Foto 20: Fuente propia

Ejercicio 2: Este ejercicio consiste en hacer sentadillas trabajando en un rango entre los 20-80º de flexión de rodilla. Se coloca fitball entre espalda del paciente y pared (Foto 21 y 22).



Foto 21: Fuente propia



Foto 22: Fuente propia

Ejercicio 3: Paciente en sedestación en una silla o camilla, se le ata una banda elástica en la zona maleolar y se fija la banda elástica a cualquier estructura sólida y estable como por ejemplo una barra metálica. Si no hay estructura fija para atar la banda se necesitará ayuda de una persona para sostener el final de la banda elástica (Foto 23). El ejercicio consiste en hacer una flexión de rodilla trabajando así los isquiosurales (Foto 24). Cuánto más alejado el paciente esté de la fijación, más fuerza tendrá que hacer, mientras si se encuentra cerca, menos fuerza tendrá que aplicar.



Foto 23: Fuente propia



Foto 24: Fuente propia

Ejercicios propioceptivos → Objetivos: Estimular el control neuromuscular

Ejercicio 1: Paciente en bipedestación apoyando ambas piernas en una superficie inestable. El ejercicio consiste en mantener el equilibrio (Foto 25). Si resulta fácil, el fisioterapeuta puede realizar algunas perturbaciones sobre el paciente para desestabilizar. Se aconseja comenzar por un almohadilla de equilibrio y luego ir evolucionando a superficies menos estables.



Foto 25: Fuente propia

Ejercicio 2: Paciente en posición de caballero sirviente sin apoyar la rodilla en el suelo. El ejercicio consiste en que el paciente mantenga su rodilla en la línea media sin que se desvíe hacia el varo o valgo (Foto 26). El feedback del fisioterapeuta es importante: “¿Ves que se te va la rodilla para dentro?, intenta centrarla de nuevo”.



Foto 26: Fuente propia

Realización todos los días por 15’.

Hielo. Aplicación de hielo durante 15' para provocar vasoconstricción y reducir inflamación	Realización todos los días por 15'.
---	-------------------------------------

Tabla 5: Tratamiento tradicional semana 3-4

- Protocolo tratamiento acuático

En esta terapia el paciente se beneficiará de las propiedades físicas del agua una vez esté sumergido en esta. Las propiedades físicas del agua se pueden dividir en dos factores: Los factores hidrostáticos que se dan cuando el cuerpo está sumergido en agua en situación de reposo, y los factores hidrodinámicos que toman protagonismo cuando el cuerpo se mueve en el agua.

Los factores hidrostáticos presentan diferentes propiedades mecánicas como la presión hidrostática (PH) que se basa en la ley de Pascal según la cual la presión que ejerce un fluido sobre el objeto inmerso en reposo es exactamente igual en toda la superficie. Es directamente proporcional a la profundidad de la inmersión y a la densidad del líquido⁽²⁷⁾. Esto es muy importante debido a que nuestro cuerpo presenta cambios sobre el sistema pulmonar aumentando la presión intratorácica y comprimiendo la musculatura del tórax y sobre el sistema circulatorio se produce una restricción del flujo sanguíneo desde las partes inmersas, causando un aumento considerable del retorno venoso central. Como consecuencia esto produce una reducción del edema, un aumento del gasto cardíaco y un aumento de la presión intratorácica. La densidad relativa (DR) es la relación que se establece entre la densidad del agua y la de la sustancia de inmersión. Considerando que la densidad relativa es 1, toda sustancia cuya DR sea menor a 1 flotará mientras que si es mayor tenderá a hundirse. La DR media del ser humano es de 0,974 aunque aspectos como la raza, el sexo y el somatotipo influyen en la tendencia que se adquiere a hundirse o a flotar⁽²⁸⁾. En base a lo mencionado anteriormente y a qué tipo de paciente tenemos enfrente, el fisioterapeuta decidirá qué tipo de implementos flotadores utilizará para llegar al objetivo terapéutico. Esto explica porque los pacientes con hipotonía tienden a flotar y los pacientes con hipertonia se hunden. La tercera propiedad es el empuje hidrostático, basado en el principio de Arquímedes: "Todo cuerpo sumergido por completo o parcialmente en un líquido en reposo experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desalojado". Al sumergirnos experimentamos una fuerza ascendente igual a la fuerza de

la gravedad. Esta propiedad permite trabajar diferentes aspectos de forma aislada: ejercicios de suspensión realizando movimientos de flotación, ejercicios de resistencia que son movimientos descendentes y ejercicios de asistencia que son movimientos ascendentes. En base al empuje hidrostático podemos saber qué tipos de ejercicios terapéuticos se pueden aplicar según el paciente. Cuando el cuerpo humano está sumergido en el agua, experimenta dos fuerzas. 1. La fuerza de la gravedad. 2. Fuerza de flotación. Si estas dos fuerzas están alineadas en direcciones contrarias se halla el equilibrio. Sin embargo, si estas dos fuerzas no están alineadas se producen desequilibrios y empieza girar constantemente hasta hacer los ajustes necesarios y es lo que se le llama efecto metacéntrico. En el agua, tanto la fuerza de la gravedad como la fuerza de flotación, son fuerzas muy influyentes, y el mínimo cambio en cualquiera de ellas provocará desequilibrios. Para que este efecto metacéntrico no suceda se debe mantener una actividad muscular permanente, mantener la base de sustentación, sacar la extremidad superior del agua o implementar algunos implementos de flotación. Otra de las mecánicas que los pacientes van a disfrutar es la del concepto de peso aparente, que es la diferencia entre el empuje que experimentamos en inmersión y el peso real de nuestro cuerpo. A mayor profundidad, menos pesará nuestro cuerpo, y las articulaciones estarán sometidas a menos cargas. Esto es ideal para aquellos pacientes que quieren practicar la marcha de manera precoz post-traumatismo o post intervención quirúrgica. Esta propiedad les facilita la bipedestación y la marcha al quitar gran parte de su peso sobre ellos. A partir de ahí, se puede regular la profundidad de inmersión a la que se vaya a trabajar, en fases agudas es ideal trabajarlo en profundidades mayores para que el agua absorba gran parte del peso.

Los factores hidrodinámicos entrarán en juego cuando exista movimiento del cuerpo inmerso en el agua. Un cuerpo dentro del agua experimenta una oposición en contra de su avance, esa resistencia está relacionada con la naturaleza del fluido, fuerzas de cohesión, la tensión superficial, la viscosidad y la densidad. Todos estos factores los hallaremos dinámicamente. Los movimientos realizados lentamente dentro del agua no presentan resistencia, sin embargo si el paciente va a una velocidad mayor experimentará resistencia por la viscosidad y la tensión superficial a la que está sometido. Esto resulta ser beneficioso al aumentar la superficie de contacto con el agua (con un objeto externo) ya que aumenta el trabajo muscular, la propiocepción y el desarrollo del sistema aeróbico.

Asimismo, la simple oposición a la corriente del agua permite un trabajo muscular isométrico sin la movilización de la articulación, esto será favorecedor porque la presión hidrostática y la viscosidad dan origen a estímulos sensoriales y mejora la apreciación del esquema corporal tanto en EESS y en EEII. Los pacientes se favorecen de ello al bipedestar y realizar la marcha de una manera más rápida que en tierra, pacientes que necesitan re-aprender los patrones de la marcha se benefician de esto.

Por otro lado, la práctica de movimientos rápidos aumentará el tono muscular en el caso de tener hipotonía. Es importante tener esto en cuenta porque después de la intervención quirúrgica siempre se pierde masa muscular y uno de los objetivos de la terapia es recuperar el tono muscular.



Además de todos los beneficios que generan las propiedades físicas del agua sobre el paciente lesionado, también se aprecia una amplia evidencia de efectos fisiológicos derivados de la inmersión⁽²⁹⁾.








Gracias a la PH se produce una compresión a nivel intratorácico que produce que los volúmenes pulmonares se reduzcan y el trabajo respiratorio aumenta en un 65%⁽²⁷⁾. En el sistema circulatorio también a causa de la PH se incrementa los retornos venosos y linfáticos lo que produce que el edema se reduzca. A nivel renal también hay efectos favorecedores, la PH hace que el volumen sanguíneo se desplace desde la periferia hacia el corazón y riñones. Esto provoca un aumento de la diuresis para recuperar el equilibrio en los fluidos corporales, favorecido por la disminución de la hormona antidiurética y la supresión del sistema renina-angiotensina-aldosterona, y un incremento de la eliminación del sodio y potasio. Estos cambios aumentan las ganas de orinar y de rehidratarse para compensar la pérdida de líquidos y electrolitos. En el sistema musculoesquelético se produce un aumento de riego sanguíneo tisular, facilitando su oxigenación y la eliminación de productos de desecho. Además el EH hace que el peso corporal disminuya dentro del agua provocando una mayor amplitud de movimiento y disminuyendo la carga articular. A nivel del sistema neuromuscular, los receptores cutáneos, propioceptivos y barorreceptores están en constante estimulación por la PH y los factores hidrodinámicos. El empuje y la PH estimulan al sistema propioceptivo y normalizan el tono muscular. Por último y no menos importantes, se hallan los efectos psicológicos que el agua produce en el paciente. En muchos casos, los pacientes no se sienten cómodos con la idea de hacer este tipo de terapia debido a que hay que mostrar el cuerpo. Una vez superado ese obstáculo la sensación de bienestar es notable. Además, el entorno donde se realiza la terapia es completamente diferente donde se realiza la fisioterapia en tierra, rompiendo así la rutina. La sensación de ingravidez y la libertad de movimientos son signos gratificantes para el paciente al ver que dentro del agua es capaz de hacer muchas más cosas que fuera de ella.

El grupo experimental realizará un trabajo total de 2 horas. La primera hora de tratamiento se realizará en una piscina y la segunda hora del tratamiento se llevará a cabo fuera del agua.

La primera semana el grupo experimental realizará el tratamiento en tierra, siguiendo el mismo protocolo que el grupo control. Esto es debido a que la cicatriz no está aún consolidada y los puntos no han sido extraídos y hacer terapia en agua en estas condiciones puede aumentar el riesgo de

infección. Una vez los puntos sean quitados alrededor de la segunda semana, se puede comenzar a trabajar en agua. Cabe destacar que los ejercicios se realizan en inmersión profunda ya que nos encontramos en una fase temprana de la rehabilitación. A continuación se describe el protocolo en terapia acuática (Tabla 6)⁽²⁹⁾.

Tratamiento acuático	
EJERCICIOS	CARGA
<p>Ejercicio 1: Caminar de manera recta y lentamente a lo largo de la piscina. Procurar levantar las rodillas lo más alto que se pueda. Comenzar a enfatizar el correcto patrón de la marcha, realizando un aterrizaje con el talón, avanzar con el mediopié y despegar con punta del pie.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Foto 27: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Foto 28: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p> </div> </div>	<p>Realización todos los días por 10'.</p>
<p>Ejercicio 2: “Monster walk” sin banda elástica. Caminar lateralmente a lo largo de la piscina.</p>	<p>Realización todos los días por 10'.</p>
<p>Ejercicio 3: Ejercicios de movilidad a nivel de toda la extremidad inferior. Apoyado sobre el borde de la piscina el paciente puede realizar movimientos balísticos articulares especialmente en flexo-extensión y en ABD/ADD ayudado del tubo flotador. Este ejercicio, además de ampliar la movilidad articular, estimula la musculatura debido a que al movernos rápido dentro del agua se produce una resistencia por las propiedades hidrodinámicas del agua.</p>	<p>Realización todos los días: Flexo-extensión: 4x12repeticiones. ABD-ADD:4x12 repeticiones.</p>
<p>Ejercicio 4: Squat isométrico a 45º de flexión. Ejercicio progresivo, se puede ir flexionando cada vez más si se considera oportuno.</p>	<p>Realización todos los días 4x30 segundos.</p>
<p>Ejercicio 5: Paciente en bipedestación se enrolla el tubo de flotación en el pie de la pierna intervenida, de tal manera que las puntas del elemento flotador miran hacia arriba. El paciente realiza flexión de rodilla con la ayuda del tubo flotador y la densidad relativa del agua. Carga: 4*15 reps.</p>	<p>Realización todos los días 4x15 repeticiones.</p>

 <p>Foto 29: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p>	 <p>Foto 30: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p>	
<p>Ejercicio 6: El paciente utilizará el tubo como elemento de flotación y se “montará” en éste de tal manera que una punta del elemento quede a la altura de su pecho y la otra punta quede en la columna vertebral a nivel dorsal. La única manera que tiene de avanzar es haciendo movimiento de flexo-extensión o replicando el movimiento de pedaleo. Se utilizan tantos tubos de flotación como sean necesarios para provocar la flotación completa del cuerpo del paciente.</p>  <p>Foto 31: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p>  <p>Foto 32: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p>		<p>Realización todos los días 4x30 segundos.</p>
<p>Ejercicio 7: “Step Up”. Se ubica el step en el fondo de la piscina y el paciente debe subirse a este con su pierna intervenida y bajar de esta con la otra pierna.</p>  <p>Foto 33: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p>  <p>Foto 34: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p>  <p>Foto 35: Fuente Fisioterapia Clínica de la Salud</p>		<p>Realización todos los días 4x12 repeticiones</p>

Ejercicio 8: Bicicleta estática dentro de la piscina.	A partir de la 3a semana desde la operación por 15'.
--	--

Tabla 6: Tratamiento acuático

- Una vez finalizado el tratamiento acuático por 1 hora, el paciente realiza la terapia pasiva fuera del agua con la misma carga que el grupo control durante otra hora:
 - Cinesiterapia pasiva llevada a cabo por el fisioterapeuta
 - Electroterapia
 - Drenaje del edema
 - Tratamiento de la cicatriz
 - Hielo

Análisis estadístico

En primer lugar se procederá a realizar un análisis descriptivo de la muestra. Las variables categóricas se presentan en nombres absolutos y porcentaje correspondiente y las variables cuantitativas se presentan con media y desviación estándar (en el caso de las variables distribuidas normalmente) y mediana y desviación típica (en el caso de variables no distribuidas normalmente). La distribución de las variables se distribuirá a través del Test de Smimov para cada variable y grupo de estudio de forma separada. En el caso de que las variables no sigan una distribución normal, se procederá a realizar una transformación de los datos mediante la fórmula logarítmica. Para asegurar una distribución homogénea de los pacientes en las variables principales y de confusión, se realizará una comparación mediante el test de Mann-Whitney antes de hacer el análisis. Para analizar los efectos de ambos métodos de entrenamiento; en intra-grupo se utilizará el test de Kruskal Walls dada la medida de la muestra. Para comparar ambos tratamientos de rehabilitación se aplicará el no paramétrico de Mann Whitney.

El análisis estadístico se realizará bajo el principio de intención de tratar. Todos los análisis se realizarán utilizando el paquete estadístico SPSS versión 21 (IBM Corporation) y un valor de $P < 0,05$ será considerado significativo.

Consideraciones éticas

Previo al inicio del estudio, a los participantes se les proporcionará toda clase de información en referencia al experimento tanto de manera escrita como oral. Esto se hará mediante una hoja que contiene toda la información del proyecto (Anexo 1). Esta hoja será comprensible y adaptada al idioma que el sujeto hable debido a las características de la población a la que se dirige mencionado estudio. Una vez leída la hoja se le dará al sujeto la oportunidad de preguntar cualquier tipo de duda que tenga.

En caso que el jugador acepte su participación en el estudio, se le dará otra hoja adaptada a sus necesidades de lenguaje, para firmar el consentimiento informado (Anexo 2). En caso que el paciente no firme el consentimiento informado, no podrá participar en el experimento de ninguna manera. Por otro lado, se seguirá el mismo procedimiento con el club al que el futbolista pertenece, y en caso de negación por parte de la entidad tampoco se podrá llevar a cabo el estudio en el jugador. En todo el desarrollo del proyecto de investigación, se respetarán los principios éticos de la declaración de Helsinki (WMA, 2013), los participantes podrán abandonar el estudio de forma libre sin sufrir ningún tipo de consecuencia o cambio en el tratamiento habitual que reciban. Asimismo, se respetará el código deontológico del Colegio de Fisioterapeutas de Cataluña y se mantendrá la confidencialidad de los datos personales de los participantes de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD). Por otra parte, debido a que el derecho a la propia imagen está reconocido en el artículo 18.1 de la Constitución española y está regulado por la Ley Orgánica 1/1982, de 5 de mayo, sobre el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen, se les pedirá a los participantes el consentimiento de cesión de imagen para poder publicar fotografías relacionadas con el estudio en las que aparezcan y sean claramente identificables y, únicamente, para la difusión del mismo.

CRONOGRAMA

ETAPAS DEL PROYECTO	2023																															
	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
DIBUJANDO EL ESTUDIO																																
Revisión sobre literatura																																
Redacción de la introducción																																
Redacción de la justificación del estudio, hipótesis y objetivos a alcanzar																																
METODOLOGÍA																																
Selección muestra: Criterios inclusión y exclusión																																
Aprobación del estudio																																
Entrada y aleatorización participantes*																																
Intervención																																
Valoraciones																																
Análisis de datos e interpretación y análisis objetivos																																
REDACCIÓN DE LA MEMORIA DEL TRABAJO																																
DIFUSIÓN DEL ESTUDIO																																

Tabla 7: Cronograma

*Es una asignación consecutiva. El proyecto tendrá una duración de 4 temporadas, pero los pacientes irán entrando en el estudio a medida que se lesionen . Este cronograma está adaptado a una situación particular no pretende cubrir las 4 temporadas del proyecto.

PRESUPUESTO

Material/Personal	Precio por unidad	Precio	Proveedores
Personal sanitario: Fisioterapeuta especializado en terapia acuática y fisioterapeuta destinado a terapia tradicional	12€/hora	12*2hs al día*28 días= 672€*2 fisios=1344€	Tecnocampus
Personal administrativo: Persona ajena al estudio que realiza la aleatorización y reparte los sobre opacos a los pacientes	10€/hora	32 pacientes=5 horas totales de trabajo= 5*10=50€	Tecnocampus
Goniómetro electrónico Noraxon para medir ROM	30€	30*1=30€	https://tienda.fisaude.com/goniometro-electronico-noraxon-p-37151.html
Ordenador MacBook Pro para instalar y trabajar en el software ForceDeck, OxMaR y Excel.	Propio	Propio	https://www.fnac.es/Apple-MacBook-Pro-13-3-M1-8-256GB-Touch-Bar-Plata-Ordenador-portatil-Mac-Portatil/a7824257?affid=3048432&oref=d9ff202b-3cba-97a9-c99d-b0f74e9aa5fa&Origin=AFF_TRDB_3048432&ptd=70431&tduid=e4d52648d0fb99026637ccd99dde7bf3
Software para plataforma de fuerza: ForceDeck. Este software calculará la fuerza que se emplea contra la plataforma de fuerza	Gratuito	Gratuito	https://valperformance.com/forcedecks/
Plataforma de fuerza para realizar la valoración*	Precio a consultar*	Precio a consultar*	https://www.iberiansporte.ch.com/
Programa aleatorización OxMaR	Gratuito	Gratuito	https://sourceforge.net/projects/oxmar-en-espanol/
Bicicleta estática para ejercitarse a partir de la semana 3 en el grupo control	169,90€	169,90*1=169,90€	https://amzn.eu/d/6KtKg37
Alquiler de una piscina para realizar tratamiento terapia acuática	30,31€/mes	30,31€*16 pacientes= 484,96€	https://www.mataro.cat/sites/piscina-municipal
Bandas elásticas para ejercicio terapia tradicional. 3 unidades	12,74€	12,74*1=12,74€	https://amzn.eu/d/fDexmRa
Pesas de arena para ejercicios terapia tradicional talla L. 2 unidades	24,05€	24,05*1=24,05€	https://amzn.eu/d/4vzgcAQ
Electroterapia para ambas terapia	172,45€	172,45*2=344,9	https://amzn.eu/d/aeFdG

		0€	wl
Camilla Quirumed para realizar tratamientos pasivos	Propia	Propia	https://www.quirumed.com/es/?gclid=Cj0KCQjwr82iBhCuARIsAO0EAZxKsmy5rV0JMemFV_LZUy9p7nMj0nVwQ5vK03ZYqYHx-OiTPw6WQMkaAk3_EALw_wcB
Balance Pad de espuma para realizar propiocepción en grupo control	29,87€	29,87*1=29,87€	https://amzn.eu/d/chNg3Ye
Fitball 65 cm para ejercicios grupo control	19,54€	19,54*1=19,54€	https://amzn.eu/d/9yyd8rH
Taburete de base rodable para fisioterapia	39,99€	39,99*1=39,99€	https://www.quirumed.com/es/taburete-con-base-rodable-y-elevacion-con-gas.html?uid=9445&sku=883-pst001-rx10&gclid=Cj0KCQjwr82iBhCuARIsAO0EAZzDeeoSydQ7DdvC8Fk8R66jlb_BpFmCd-lxVN7uY2FGd5-GVb8gZ_EaAtOGEALw_wcB
Móvil para calendarización y temporización	Propio	Propio	https://www.mediamarkt.es/es/product/_movil-patw0022it-motorola-negro-64-gb-4-gb-653-1600-x-720-pixeles-helio-5000-mahmah-98621452.html
Microsoft Office Excel para anotar las valoraciones	Propio	Propio	https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/p/excel/CFQ7TTC0HR4R?activetab=pivot:informacióngeneral&ef_id=_k_Cj0KCQjwr82iBhCuARIsAO0EAZykFOOrYdghHjWxHirwu7Q12MPa-4jVORsHXiP8MD_NOUNMscfK61saAqncEALw_wcB_k_&OCID=AIDcmm409lj8ne_SEM__k_Cj0KCQjwr82iBhCuAR
Step Fitness para ejercicio en piscina	24,99€	24,99*1=24,99€	https://amzn.eu/d/i69vDdJ
Tubos flotadores para ejercicio en piscina	4,79€	4,79*6=28,74€	https://amzn.eu/d/jctYhql

LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

Las limitaciones que podrían aparecer en la investigación pueden estar relacionadas con el tamaño de la muestra al no dejar los clubes o no querer el propio jugador participar en este ensayo clínico, o que hayan múltiples abandonos una vez dentro del experimento por diferentes motivos. En el mundo del fútbol hay muchos intereses por parte de los clubes y representantes que pueden impedir el proceso de reclutamiento de la población o provocar un aumento en el índice de abandonos.

Otra limitación que se ha evidenciado a lo largo de la creación de este proyecto es la falta de evidencia que se encuentra a cerca de la terapia acuática en relación a la población a la que se refiere este estudio. Diversos ensayos clínicos utilizan la terapia en agua y analizan sus beneficios con una población determinada, como la gente que sufre de Parkinson, limfedemas o dolor lumbar entre otros. Sin embargo, pocos artículos hay sobre los efectos de la terapia acuática sobre los futbolistas después de la reconstrucción del LCA.

Lo último a añadir en referencia a las limitaciones es el tema económico. Las máquinas que se requieren para este ensayo clínico no son baratas. Se precisaría de una ayuda externa para poder llevar a cabo el experimento con garantías de tener el mejor equipo tecnológica a nuestra disposición.

Por otro lado, en caso que los resultados sean significativos y se confirme la hipótesis inicial a cerca de que la terapia acuática acelera el proceso de rehabilitación en cuánto que mejora el ROM y la marcha de manera más precoz que la terapia tradicional, podría servir en el campo de la Fisioterapia Deportiva, especialmente a los clubes de fútbol. Como futuras líneas de investigación, puede ser interesante realizar este estudio en el fútbol femenino debido a la alta incidencia que hay de roturas del LCA en este tipo de población. Sería también interesante profundizar en la investigación de la epidemiología, causa y tratamiento del cruzado anterior en los futbolistas amateurs que juegan en las ligas regionales, cuyo riesgo de sufrir una lesión del cruzado anterior es más elevado que en el fútbol profesional debido a la poca preparación que hay.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Waldén M, Hägglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Jan;19(1):3-10. doi: 10.1007/s00167-010-1172-7. Epub 2010 Jun 9. PMID: 20532868.
- ² Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Quatman CE. Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *J Orthop Res.* 2016 Nov;34(11):1843-1855. doi: 10.1002/jor.23414. Epub 2016 Sep 19. PMID: 27612195; PMCID: PMC5505503.
- ³ Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, Cugat R. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 Jul;17(7):705-29. doi: 10.1007/s00167-009-0813-1. Epub 2009 May 19. PMID: 19452139.
- ⁴ Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, Slauterbeck JR, Hashemi J, Shultz S, Beynnon BD. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature-part 2: hormonal, genetic, cognitive function, previous injury, and extrinsic risk factors. *Sports Health.* 2012 Mar;4(2):155-61. doi: 10.1177/1941738111428282. PMID: 23016083; PMCID: PMC3435909.
- ⁵ Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NON-CONTACT ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY: A SYSTEMATIC REVIEW. *Int J Sports Phys Ther.* 2018 Aug;13(4):575-587. PMID: 30140551; PMCID: PMC6088120.
- ⁶ Peredo López F, Bárcena R, Mecías Calvo M. Lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) en futbolistas cántabros. Análisis descriptivo de los factores de riesgo. *Sport-Research [Internet].* 25 de junio de 2021 [citado 19 de febrero de 2023];1(1). Disponible en: <https://www.mlsjournals.com/Sport-Research/article/view/654>
- ⁷ Waldén M, Hägglund M, Magnusson H, et al. 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* 2016; 50:744–750
- ⁸ Reikik RN, Tabben M, Eirale C, et al. ACL injury incidence, severity and patterns in professional male soccer players in a Middle Eastern league. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2018;4:e000461. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000461
- ⁹ Erickson BJ, Harris JD, Cvetanovich GL, et al. Performance and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in male Major League Soccer players. *Ort J Sports Med* 2013; 1: 2325967113497189.

- ¹⁰ Requejo-Herrero P, Pineda-Galan C, Medina-Porqueres I. Anterior cruciate ligament ruptures in Spanish soccer first division: An epidemiological retrospective study. *The Knee*. 2023 Mar;41:48–57.
- ¹⁰ Kopkow C, Lange T, Hoyer A, Lütznier J, Schmitt J. Physical tests for diagnosing anterior cruciate ligament rupture. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Dec 18;2018(12):CD011925. doi: 10.1002/14651858.CD011925.pub2. PMID: PMC6516971.
- ¹¹ Dra. Silvia Treviño Monjas, Tecnocampus Mataró, Escola de les Ciències de la Salut. Patologia Múscul Esquelètica. Lesions Lligamentoses. [Internet]. [cited 2022 Feb 21]. Available from: https://aulavirtual2019.tecnocampus.cat/pluginfile.php/131621/mod_resource/content/1/LESIONS%20LLIGAMENTOSSES.pdf
- ¹² Reinhardt KR, Hetsroni I, Marx RG. Graft selection for anterior cruciate ligament reconstruction: a level I systematic review comparing failure rates and functional outcomes. *Orthop Clin North Am*. 2010 Apr;41(2):249-62. doi: 10.1016/j.jocl.2009.12.009. PMID: 20399364.
- ¹³ 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*. 2021 May 28;9(5):23259671211008892. doi: 10.1177/23259671211008892. PMID: 34104662; PMID: PMC8165856.
- ¹⁴ Von Porat A, Roos EM, Roos H. High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient-relevant outcomes. *Ann Rheum Dis* 2004; 63:269–73.
- ¹⁵ van Grinsven S, van Cingel RE, Holla CJ, van Loon CJ. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Aug;18(8):1128-44. doi: 10.1007/s00167-009-1027-2. Epub 2010 Jan 13. PMID: 20069277.
- ¹⁶ van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, *et al* Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus *British Journal of Sports Medicine* 2016;50:1506-1515.
- ¹⁷ Sim K, Rahardja R, Zhu M, Young SW. Optimal Graft Choice in Athletic Patients with Anterior Cruciate Ligament Injuries: Review and Clinical Insights. *Open Access J Sports Med*. 2022 Jul 1;13:55-67. doi: 10.2147/OAJSM.S340702. PMID: 35800660; PMID: PMC9255990.
- ¹⁸ Torres-Ronda L, Del Alcázar XS. The Properties of Water and their Applications for Training. *J Hum Kinet*. 2014 Dec 30;44:237-48. doi: 10.2478/hukin-2014-0129. PMID: 25713684; PMID: PMC4327375.

- ¹⁹ Buckthorpe M, Pirotti E, Villa FD. BENEFITS AND USE OF AQUATIC THERAPY DURING REHABILITATION AFTER ACL RECONSTRUCTION -A CLINICAL COMMENTARY. *Int J Sports Phys Ther.* 2019 Dec;14(6):978-993. PMID: 31803530; PMCID: PMC6878863.
- ²⁰ Silva LAD, Tortelli L, Motta J, Menguer L, Mariano S, Tasca G, Silveira GB, Pinho RA, Silveira PCL. Effects of aquatic exercise on mental health, functional autonomy and oxidative stress in depressed elderly individuals: A randomized clinical trial. *Clinics (Sao Paulo).* 2019;74:e322. doi: 10.6061/clinics/2019/e322. Epub 2019 Jun 27. PMID: 31271585; PMCID: PMC6585867.
- ²¹ Author links open overlay panel Bruce E. Becker MD, The aquatic environment has broad rehabilitative potential, Sheldahl LM, Houtte SV, Wanke T, Topin N, et al. Aquatic therapy: Scientific foundations and clinical rehabilitation applications [Internet]. PM&R. No longer published by Elsevier; 2009[cited 2023 Apr 12]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1934148209005516>
- ²² Heywood SE, Mentiplay BF, Rahmann AE, McClelland JA, Geigle PR, Bower KJ, Clark RA. The Effectiveness of Aquatic Plyometric Training in Improving Strength, Jumping, and Sprinting: A Systematic Review. *J Sport Rehabil.* 2022 Jan 1;31(1):85-98. doi: 10.1123/jsr.2020-0432. Epub 2021 Oct 14. PMID: 34564070.
- ²³ Kesiktas N, Paker N, Erdogan N, Gülsen G, Biçki D, Yilmaz H.. The use of hydrotherapy for the management of spasticity. *Neurorehabil Neural Repair.* 2004;18(4):268–273. Available from <http://nnr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/1545968304270002%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15537997>. doi: 10.1177/1545968304270002
- ²⁴ Stevens SL, Caputo JL, Fuller DK, Morgan DW.. Effects of underwater treadmill training on leg strength, balance, and walking performance in adults with incomplete spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2015;38(1):91101. Available from <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2045772314Y.0000000217>. doi: 10.1179/2045772314Y.0000000217
- ²⁵ Martín Noguerras A, Calvo Arenillas JL, Orejuela Rodríguez J, Barbero Iglesias FJ, Sánchez Sánchez C. Fases de la marcha humana. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología* [Internet]. 1999 Jan 1;2(1):44–9. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714>
- ²⁶ van Grinsven S, van Cingel RE, Holla CJ, van Loon CJ. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 Aug;18(8):1128-44. doi: 10.1007/s00167-009-1027-2. Epub 2010 Jan 13. PMID: 20069277.
- ²⁷ Brody, L T, and P Geigle. “Aquatic Exercise for Rehabilitation and Training.” *Semanticscholar*, 2019, www.semanticscholar.org/paper/Aquatic-exercise-for-rehabilitation-and-training-Brody-Geigle/3b38b5c523c16943701664cd8762936a40133bc2

²⁸ Becker, Bruce E. "Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications." *PM & R : The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, vol. 1, no. 9, 2009, pp. 859–72, www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19769921, <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.05.017>.

²⁹ Javier Güeita Rodríguez, et al. *Terapia Acuática*. Elsevier España, 24 June 2015.

ANEXOS

Anexo 1: Hoja informativa a los pacientes previo al ensayo clínico

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El/la estudiante *[NOMBRE Y APELLIDOS]* del grado *[GRADO UNIVERSITARIO CORRESPONDIENTE AL TFG]*, dirigido/a por *[NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR/A DE TFG]*, está llevando a cabo el proyecto de investigación *[TÍTULO DEL PROYECTO]*.

El proyecto tiene *[CITAR LAS FINALIDADES DEL ESTUDIO]*. En primer lugar, *[EXPLICAR EL MÉTODO]* y, en segundo lugar, *[EXPLICAR EL MÉTODO SI TIENE DIFERENTES FASES]*. En el proyecto participan los siguientes centros de investigación: *[CITAR LOS CENTROS PARTICIPANTES]*. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para que *[EXPLICAR MOTIVOS DE PARTICIPACIÓN]*, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión *[CITAR LOS CRITERIOS]*.

Esta colaboración implica participar en *[CITAR EL NÚMERO DE FASES Y DETALLARLAS]*.

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante *[EXPLICAR EL SISTEMA DE PROTECCIÓN]*, y únicamente *[IDENTIFICAR LAS PERSONAS CON ACCESO]*.

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

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

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros a través del formulario que encontrará en nuestra página web: [WEB DEL GRUPO].

Anexo 2: Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

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

DECLARO QUE:

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

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

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

Por todo ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el proyecto [TÍTULO DEL PROYECTO]
2. Que [NOMBRE DEL ESTUDIANTE] y su director/a [NOMBRE DEL DIRECTOR/A] puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de

protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

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

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

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