Comisión de Trabajo Fin de Grado

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA. Protocolo de estudio.

Effectiveness of invasive physiotherapy combined with conventional treatment compared to conventional treatment following ACL reconstruction. Protocol study.

Autor/es: *Beñat Lasa Ariesteguieta, Javier Fernández Valencia*

Director/a: Naiara Benitez Aramburu

Fecha 7/05/2026

AUTORIZACIONES: *"Autorización depósito TFG", "Declaración de Autoría y Originalidad del Trabajo Fin de Grado"* y *"Autorización repositorio"*

A rellenar por el director/a y entregar por el alumno/a en el Campus Virtual en la Casilla habilitada como "AUTORIZACIONES"

En caso de que el TFG conste de director y Co-director el alumno deberá enviar cada documento firmado a la Comisión

Centro	*Escuela Universitaria de Fisioterapia Gimbernat-Cantabria*
Titulación	*Fisioterapia*
Titulo del Trabajo Fin de Grado:	Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA. Protocolo de estudio.
Alumno: (Apellidos y nombre)	Fernández Valencia, Javier

AUTORIZACIÓN DEL/LA DIRECTOR/A

D/Dª ***Naiara Benitez Aramburu***, profesor/a de Escuela Universitaria de Fisioterapia Gimbernat-Cantabria, adscrita a la Universidad de Cantabria **AUTORIZA** a D/Dª Javier Fernández Valencia, a presentar la propuesta de **TRABAJO FIN DE GRADO**, que será defendida en Español.

Torrelavega, 5 de Mayo de 2026.

Fdo.:

D/Dª.....

.....

DIRECTOR/A DEL TFG

Declaración de Autoría y Originalidad del Trabajo Fin de Grado

A rellenar por el Director/a y entregar por el alumno/a en el Campus Virtual junto con la "Entrega final a tribunal"
En caso de que el TFG conste de Director y Co-director deberán enviar cada uno su documento firmado a la Comisión

La presente declaración deberá ser firmada por el director/a y el alumno/a del Trabajo Fin de Grado, con el objetivo de comprender y comprometerse tanto en la autoría como en la originalidad del TFG realizado. El término "original" queda referido a que en ningún caso pueda ser un trabajo plagiado, en conjunto o en parte, ni presentado con anterioridad por el alumno en ninguna otra asignatura. Se deberán citar las fuentes utilizadas y ser debidamente recogidas en la bibliografía.

Y en relación a lo anterior, yo, Javier Fernández Valencia alumno/a del Grado en Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado presentado para su defensa y evaluación el Curso 2025/2026 declaro que asumo la originalidad del TFG que lleva por título;

Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA. Protocolo de estudio.

Y asimismo declaro que depositando este TFG (Trabajo Fin de Grado) y firmando el presente documento confirmo que;

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente
- En relación a la autoría del TFG, asumo que la autoría es compartida; alumno/a y Director/a
- Si tuviera la oportunidad de presentar este trabajo bien sea mediante una comunicación o poster en un Congreso u otro tipo de evento, siempre me comprometeré a; o Pedir autorización al Director de mi TFG para su presentación

o Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)

o Hacer figurar tanto el nombre del Director como hacer referencia a que "El presente trabajo forma parte del TFG realizado en las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria)

Yo ***Naiara Benitez Aramburu,*** Director/a del TFG del alumno Javier Fernández Valencia con el título anteriormente descrito, firmando el presente documento me comprometo a;

- Si quisiera publicar o utilizar datos del TFG siempre pediré autorización al alumno/a
- Haré referencia a que el presente trabajo forma parte del TFG realizado en la Escuela Universitaria Gimbernat Cantabria
- Siempre haré figurar el nombre del alumno/a en el mismo y el nombre de la Escuela
- Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)

Y para que así conste, con fecha 5 del mes de mayo del año 2026

FDO; Director/a del TFG



FDO; Alumno/a del TFG



AUTORIZACIÓN DE DEPÓSITO DE TRABAJO ACADÉMICO

D./Dña. Javier Fernández Valencia
con DNI nº 72188810K , como autor/a

y D./Dña. ***Naiara Benitez Aramburu***
con DNI nº ***44573925-V*** , como director/a / tutor/a del trabajo fin de Grado
como titulares de los derechos de propiedad intelectual del trabajo con título:

Autorizan a las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, con el fin de facilitar la preservación y la difusión de la investigación universitaria, a incluir dicho trabajo, bajo licencia Creative Commons, *Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International* en:

☒ Repositorio Institucional EUG

☒ Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria UCrea

Por tanto, autorizan a las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria a realizar los actos que sean necesarios para introducir el trabajo en el/los depósito(s), así como para preservarlo y darle acceso mediante comunicación pública. Estas instituciones no están obligadas a reproducir el trabajo en los mismos formatos o resoluciones en que será depositado originalmente. La cesión del ejercicio de los derechos necesarios para realizar todas estas acciones se hace con carácter de no exclusividad, es decir, son libres de publicarlo en cualquier otro lugar.

Declaran que no vulneran ningún derecho de terceros ya sea de propiedad intelectual, industrial, secreto comercial o cualquier otro, al suscribir esta autorización, ni en relación al contenido de este trabajo, por lo que exoneran a las Escuelas Universitarias Gimbernat de cualquier obligación o responsabilidad ante cualquier acción legal que se pueda suscitar derivada del trabajo depositado.

Torrelavega, a 5 de mayo de 2026.

Fdo: Naiara Benitez Aramburu



Fdo: Javier Fernández Valencia



AUTORIZACIONES: *"Autorización depósito TFG", "Declaración de Autoría y Originalidad del Trabajo Fin de Grado"* y *"Autorización repositorio"*

A rellenar por el director/a y entregar por el alumno/a en el Campus Virtual en la Casilla habilitada como "AUTORIZACIONES"

En caso de que el TFG conste de director y Co-director el alumno deberá enviar cada documento firmado a la Comisión

Centro	*Escuela Universitaria de Fisioterapia Gimbernat-Cantabria*
Titulación	*Fisioterapia*
Titulo del Trabajo Fin de Grado:	Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA. Protocolo de estudio.
Alumno: (Apellidos y nombre)	Lasa Ariesteguieta, Beñat

AUTORIZACIÓN DEL/LA DIRECTOR/A

D/Dª ***Naiara Benitez Aramburu***, profesor/a de Escuela Universitaria de Fisioterapia Gimbernat-Cantabria, adscrita a la Universidad de Cantabria **AUTORIZA** a D/Dª Beñat Lasa Ariesteguieta a presentar la propuesta de **TRABAJO FIN DE GRADO**, que será defendida en Español (*indicar idioma*).

Torrelavega, 5 de Mayo de 2026.

Fdo.: D/Dª.....

DIRECTOR/A DEL TFG

Declaración de Autoría y Originalidad del Trabajo Fin de Grado

A rellenar por el Director/a y entregar por el alumno/a en el Campus Virtual junto con la "Entrega final a tribunal"
En caso de que el TFG conste de Director y Co-director deberán enviar cada uno su documento firmado a la Comisión

La presente declaración deberá ser firmada por el director/a y el alumno/a del Trabajo Fin de Grado, con el objetivo de comprender y comprometerse tanto en la autoría como en la originalidad del TFG realizado. El término "original" queda referido a que en ningún caso pueda ser un trabajo plagiado, en conjunto o en parte, ni presentado con anterioridad por el alumno en ninguna otra asignatura. Se deberán citar las fuentes utilizadas y ser debidamente recogidas en la bibliografía.

Y en relación a lo anterior, yo, Beñat Lasa Ariesteguieta alumno/a del Grado en Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado presentado para su defensa y evaluación el Curso 2025/2026 declaro que asumo la originalidad del TFG que lleva por título;

Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA. Protocolo de estudio.

Y asimismo declaro que depositando este TFG (Trabajo Fin de Grado) y firmando el presente documento confirmo que;

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente
- En relación a la autoría del TFG, asumo que la autoría es compartida; alumno/a y Director/a
- Si tuviera la oportunidad de presentar este trabajo bien sea mediante una comunicación o poster en un Congreso u otro tipo de evento, siempre me comprometeré a; o Pedir autorización al Director de mi TFG para su presentación

o Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)

o Hacer figurar tanto el nombre del Director como hacer referencia a que "El presente trabajo forma parte del TFG realizado en las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria)

Yo ***Naiara Benitez Aramburu,*** Director/a del TFG del alumno/a Beñat Lasa Ariesteguieta con el título anteriormente descrito, firmando el presente documento me comprometo a;

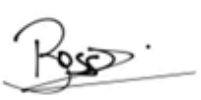
- Si quisiera publicar o utilizar datos del TFG siempre pediré autorización al alumno/a
- Haré referencia a que el presente trabajo forma parte del TFG realizado en la Escuela Universitaria Gimbernat Cantabria
- Siempre haré figurar el nombre del alumno/a en el mismo y el nombre de la Escuela
- Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)

Y para que así conste, con fecha 5 del mes mayo del año 2026

FDO; Director/a del TFG



FDO; Alumno/a del TFG



AUTORIZACIÓN DE DEPÓSITO DE TRABAJO ACADÉMICO

D./Dña. Beñat Lasa Ariesteguieta
con DNI nº 79223170S , como autor/a
y D./Dña. ***Naiara Benitez Aramburu***
con DNI nº ***44573925-V*** , como director/a / tutor/a del trabajo fin de Grado
como titulares de los derechos de propiedad intelectual del trabajo con título: Haga clic o pulse aquí para escribir texto Haga clic o pulse aquí para escribir texto Haga clic o pulse aquí

Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA. Protocolo de estudio.

Autorizan a las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, con el fin de facilitar la preservación y la difusión de la investigación universitaria, a incluir dicho trabajo, bajo licencia Creative Commons, *Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International* en:

☒ Repositorio Institucional EUG

☒ Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria UCrea

Por tanto, autorizan a las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria a realizar los actos que sean necesarios para introducir el trabajo en el/los depósito(s), así como para preservarlo y darle acceso mediante comunicación pública. Estas instituciones no están obligadas a reproducir el trabajo en los mismos formatos o resoluciones en que será depositado originalmente. La cesión del ejercicio de los derechos necesarios para realizar todas estas acciones se hace con carácter de no exclusividad, es decir, son libres de publicarlo en cualquier otro lugar.

Declaran que no vulneran ningún derecho de terceros ya sea de propiedad intelectual, industrial, secreto comercial o cualquier otro, al suscribir esta autorización, ni en relación al contenido de este trabajo, por lo que exoneran a las Escuelas Universitarias Gimbernat de cualquier obligación o responsabilidad ante cualquier acción legal que se pueda suscitar derivada del trabajo depositado.

Torrelavega, a 5 de mayo de 2026

Fdo.:Naiara Benitez Aramburu

Fdo.: Beñat Lasa Ariesteguieta

ÍNDICE

Resumen..... 10
Abreviaturas.....9
Abstract.....11
Introducción.....13
Justificación del Estudio..... 18
Objetivos e Hipótesis..... 20
Material y Métodos.....24
Plan de trabajo.....33
Discusión.....38
Conclusión.....43
Anexos.....44
Bibliografía..... 50

ABREVIATURAS

- LCA: Ligamento Cruzado Anterior
- EVA: Escala Visual Analógica
- IKDC: International Knee Documentation Committee
- KOOS: Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
- ROM: Range of Motion
- NMP: Neuromodulación Percutánea
- PENS: Percutaneous Electrical Nerve Stimulation
- EPI: Electrólisis Percutánea Intratisular
- GC: Grupo Control
- GI: Grupo Intervención
- ICC: Intraclass Correlation Coefficient
- CEIm: Comité de Ética de la Investigación
- SPSS: Statistical Package for the Social Sciences
- CONSORT: Consolidated Standards of Reporting Trials
- LSI: Limb Symmetry Index
- Hz: Hercios
- μs: Microsegundos
- mA: Miliamperios
- mm: Milímetros
- cm: Centímetros
- kg: Kilogramos

RESUMEN

Introducción:

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) mediante autoinjerto del tendón rotuliano es una técnica frecuente en futbolistas semiprofesionales y profesionales. Sin embargo, puede asociarse a neuropatía del nervio safeno, generando dolor neuropático, alteraciones sensitivas y limitaciones funcionales que pueden retrasar el retorno a la competición.

Objetivo:

Comparar la eficacia de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente a la fisioterapia convencional en la reducción del tiempo de recuperación y la mejora de los síntomas neurológicos tras la reconstrucción del LCA.

Material y métodos:

Ensayo clínico aleatorizado, prospectivo y controlado con 20 futbolistas intervenidos de LCA con autoinjerto rotuliano y diagnóstico de neuropatía del nervio safeno. Los participantes se asignaran a grupo control (fisioterapia convencional) o grupo experimental (convencional + neuromodulación percutánea, punción seca y electrolisis percutánea intratisular). Se evaluarán dolor (EVA), umbral sensitivo (algometría), inflamación, rango de movimiento, función (IKDC/KOOS) y tiempo hasta retorno a la competición.

Plan de trabajo:

Este estudio se planificará en varias etapas claramente estructuradas y organizadas: planificación, diseño de investigación, ejecución, procesamiento de datos, y elaboración y redacción del informe final correspondiente.

Discusión

Se espera que la incorporación de fisioterapia invasiva mejore la resolución del dolor neuropático y reduzca el tiempo de recuperación.

Conclusión

Los resultados podrían optimizar los protocolos de rehabilitación en futbolistas con neuropatía del nervio safeno tras cirugía de LCA.

Palabras clave

Ligamento cruzado anterior; nervio safeno; fisioterapia invasiva; rehabilitación deportiva.

ABSTRACT

Introduction:

Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using a patellar tendon autograft is a common surgical technique in semi-professional and professional football players. However, this procedure may be associated with saphenous nerve neuropathy, causing neuropathic pain, sensory disturbances, and functional limitations that can delay return to competition.

Objective:

Compare the effectiveness of a combined program of conventional and invasive physiotherapy versus a conventional physiotherapy treatment in reducing recovery time and improving neurological symptoms following ACL reconstruction.

Material and Methods:

A randomized, prospective, controlled clinical trial will be conducted with 20 football players who underwent ACL reconstruction with a patellar tendon

autograft and developed saphenous nerve neuropathy. Participants will be randomly assigned to a control group (conventional physiotherapy) or an experimental group (conventional physiotherapy + percutaneous neuromodulation, dry needling, and intratissue percutaneous electrolysis). Outcome measures will include pain intensity (VAS), sensory threshold (algometry), inflammation, range of motion, knee function (IKDC/KOOS), and time to return to competition.

Work plan:

This study will be planned in several clearly structured and organized stages: planning, research design, implementation, data processing, and preparation and writing of the final report.

Discussion/Conclusion:

It is expected that adding invasive physiotherapy techniques will improve neuropathic pain symptoms and reduce recovery time. the results may help optimize rehabilitation protocols in football players with saphenous nerve neuropathy after ACL surgery.

Keywords:

Anterior cruciate ligament; saphenous nerve; invasive physiotherapy; sports rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) constituye una de las patologías más frecuentes y de mayor impacto funcional en el ámbito del fútbol, tanto a nivel profesional como semiprofesional (1). La elevada incidencia de esta lesión, unida a las importantes demandas físicas, técnicas y biomecánicas propias de este deporte, como los cambios de dirección, desaceleraciones, saltos y contactos, hace que la reconstrucción quirúrgica del LCA sea una intervención habitual con el objetivo de restaurar la estabilidad de la rodilla, permitir un retorno seguro a la competición y reducir el riesgo de recaídas o lesiones secundarias. (2)

Además del impacto físico, la lesión del LCA y su posterior reconstrucción quirúrgica suponen un importante desafío a nivel psicológico para el deportista. El miedo a una nueva lesión, la incertidumbre sobre el rendimiento futuro y la presión por acortar los plazos de recuperación pueden influir negativamente en el proceso rehabilitador. En este contexto, cualquier factor que prolongue la recuperación o genere dolor persistente, como las alteraciones neurológicas postquirúrgicas, puede comprometer tanto el estado físico como el bienestar psicológico del futbolista, afectando de manera global a su reincorporación deportiva. (3)

Entre las distintas técnicas quirúrgicas disponibles, la reconstrucción del LCA mediante autoinjerto del tendón rotuliano continúa siendo una de las opciones más empleadas, especialmente en deportistas de alto nivel. Esta técnica ha demostrado proporcionar una elevada estabilidad mecánica y buenos resultados funcionales a largo plazo, lo que justifica su amplia utilización en contextos de alta exigencia deportiva(4). No obstante, el uso del tendón rotuliano como zona donante no está exento de posibles complicaciones, entre las que destaca la aparición de alteraciones sensitivas en la región anteromedial de la rodilla derivadas de la afectación del nervio safeno durante el procedimiento quirúrgico.(5)

El nervio safeno es la principal rama sensitiva del nervio femoral y se encarga de la inervación cutánea de la cara anteromedial de la rodilla, la pierna y el tobillo. Debido a su recorrido anatómico, especialmente a nivel de su rama infrapatelar, kakase trata de una estructura especialmente vulnerable durante la reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante autoinjerto del tendón rotuliano, ya que puede verse afectado durante la incisión quirúrgica o durante la extracción del injerto.(6) La lesión o irritación del nervio safeno puede dar lugar a una neuropatía postquirúrgica caracterizada por dolor neuropático, parestesias, hipersensibilidad, disestesias o sensación de quemazón en la región anteromedial de la rodilla. Esta sintomatología puede interferir en el proceso de rehabilitación, dificultar la progresión de las cargas, alterar el control neuromuscular y retrasar el retorno a la práctica deportiva. El tratamiento de esta neuropatía suele incluir abordajes conservadores como la terapia manual, movilizaciones neurales, ejercicio terapéutico y técnicas de fisioterapia invasiva, entre las que destacan la neuromodulación percutánea dirigida al nervio afectado y la electrólisis percutánea intratisular aplicada sobre la zona donante del injerto, con el objetivo de reducir el dolor neuropático y mejorar la recuperación funcional.(7)

El nervio safeno, rama sensitiva del nervio femoral, desempeña un papel fundamental en la inervación cutánea de la cara anteromedial de la rodilla y la pierna. Su localización anatómica lo convierte en una estructura vulnerable durante la extracción del injerto del tendón rotuliano, especialmente a nivel de su rama infrapatelar. La lesión o irritación de este nervio puede dar lugar a una neuropatía postquirúrgica que, aunque en ocasiones se considera una complicación menor, puede tener un impacto clínico relevante en el proceso de rehabilitación. (8)

La neuropatía del nervio safeno tras la reconstrucción del LCA puede manifestarse clínicamente mediante dolor neuropático, parestesias, hipersensibilidad o disestesias, síntomas que pueden interferir de forma significativa en el proceso de rehabilitación. Estas alteraciones no solo afectan al

confort del paciente, sino que pueden limitar la progresión de las cargas, alterar el control neuromuscular y condicionar negativamente el retorno a la práctica deportiva. En el fútbol competitivo, donde la tolerancia a cargas elevadas y la precisión del gesto deportivo son esenciales, la persistencia de estos síntomas puede convertirse en un factor limitante del rendimiento. (9)

En la actualidad, los protocolos de fisioterapia convencional tras la reconstrucción del LCA se encuentran bien establecidos y se centran fundamentalmente en la recuperación del rango de movilidad, el fortalecimiento muscular, la estabilidad articular y el control neuromuscular. Estos programas han demostrado ser eficaces para restaurar la función global de la rodilla. Sin embargo, suelen abordar de manera limitada o inespecífica las complicaciones de origen neuropático, lo que puede favorecer la persistencia de la sintomatología neural en determinados pacientes y prolongar el proceso de recuperación funcional. (10)

Tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, los pacientes pueden presentar diversas alteraciones clínicas que influyen en el proceso de rehabilitación y en el retorno a la actividad deportiva. Entre las principales manifestaciones clínicas descritas se encuentran el dolor, la inflamación articular, las alteraciones de la sensibilidad, la limitación del rango de movimiento y la disminución de la función de la rodilla. Estas variables son consideradas indicadores fundamentales de la evolución clínica tras la cirugía y son frecuentemente utilizadas en estudios sobre rehabilitación tras reconstrucción del LCA para evaluar la eficacia de los diferentes tratamientos fisioterapéuticos.(11) En este sentido, la valoración del dolor mediante escalas como la EVA, la medición de la inflamación, la evaluación del umbral sensitivo mediante algometría, la función de la rodilla mediante cuestionarios como IKDC o KOOS, el rango de movimiento articular y el tiempo hasta el retorno a la competición permiten obtener una visión global del proceso de recuperación del paciente y de la efectividad del tratamiento aplicado.(12)

En este contexto, la neuromodulación percutánea (NMP), también conocida como *percutaneous electrical nerve stimulation* (PENS), ha emergido como una técnica mínimamente invasiva aplicada en el abordaje del dolor neuropático y de las disfunciones neuromusculares. Esta intervención consiste en la inserción de una aguja de punción próxima al nervio afectado, habitualmente bajo guía ecográfica, a través de la cual se aplica una corriente eléctrica de baja intensidad con parámetros controlados.(13) El objetivo principal de la neuromodulación percutánea es modular la excitabilidad nerviosa, disminuir los procesos de sensibilización periférica y central y favorecer la normalización de la función neuromuscular. En el caso del nervio safeno, la aplicación localizada sobre su rama infrapatelar puede contribuir a la reducción de la sintomatología neuropática y a una mejor tolerancia a la carga durante el proceso de rehabilitación.(14)

De forma complementaria, la electrólisis percutánea intratisular (EPI) constituye otra técnica de fisioterapia invasiva ampliamente utilizada en el tratamiento de alteraciones tendinosas. La EPI se basa en la aplicación de una corriente galvánica de baja intensidad a través de una aguja introducida de forma ecoguiada directamente en el tejido afectado. Esta corriente genera una reacción electroquímica controlada que induce un proceso inflamatorio terapéutico local, favoreciendo la eliminación del tejido degenerado y estimulando los mecanismos de regeneración y reorganización del colágeno. En el contexto de la reconstrucción del LCA mediante injerto del tendón rotuliano, la aplicación de EPI sobre la zona donante puede contribuir a optimizar la recuperación del tejido tendinoso y minimizar las alteraciones estructurales derivadas del procedimiento quirúrgico.(15,16)

A pesar del creciente interés por la aplicación de técnicas de fisioterapia invasiva en el ámbito de la rehabilitación musculoesquelética y deportiva, existe una notable escasez de estudios que analicen de manera específica su eficacia en pacientes con neuropatía del nervio safeno tras la reconstrucción del LCA. Esta carencia es aún más evidente en poblaciones con alta exigencia funcional, como los futbolistas semiprofesionales y profesionales, en quienes la resolución de la

sintomatología neuropática puede resultar determinante para el retorno a la competición. (17,18)

Esta falta de evidencia específica pone de manifiesto una laguna en el conocimiento actual y subraya la necesidad de desarrollar investigaciones que evalúen de forma directa el impacto de la fisioterapia invasiva como complemento al tratamiento convencional en este contexto clínico. (10)

Este enfoque sitúa en el centro del estudio la recuperación funcional y sintomática de las neuropatías postquirúrgicas, complicaciones especialmente frecuentes en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante injerto del tendón rotuliano, debido a la localización anatómica del nervio safeno y a su vulnerabilidad durante la extracción del injerto.(19)

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La neuropatía del nervio safeno tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante injerto del tendón rotuliano representa una complicación frecuente que puede condicionar de manera significativa el proceso de rehabilitación y el retorno a la competición, especialmente en futbolistas semiprofesionales y profesionales. A pesar de su relevancia clínica, esta alteración neurológica continúa siendo infravalorada en muchos protocolos de rehabilitación, que suelen centrarse prioritariamente en la recuperación estructural del ligamento, la fuerza muscular y el control neuromuscular, relegando a un segundo plano la sintomatología neuropática asociada. (3)

Desde el punto de vista de la fisioterapia deportiva, la persistencia de dolor neuropático o alteraciones sensitivas puede interferir de forma directa en la progresión del tratamiento, limitar la exposición a cargas elevadas y dificultar la readaptación específica al gesto deportivo. En deportistas de alto nivel, donde los tiempos de recuperación son determinantes y la exigencia funcional es máxima, estas limitaciones pueden traducirse en retrasos en el retorno a la competición y en una mayor frustración por parte del deportista.(20) En este contexto, estudios previos han señalado la importancia de intervenir de manera específica sobre factores neuromusculares y sobre el dolor neuropático con el objetivo de acelerar un retorno seguro y eficaz a la práctica deportiva. (6)

En este contexto, la fisioterapia invasiva, a través de técnicas como la neuromodulación percutánea y la electrólisis percutánea intratisular, se presenta como una posible estrategia complementaria al tratamiento convencional. Estas técnicas permiten una intervención más específica sobre las estructuras neurológicas y tendinosas afectadas, con el potencial de mejorar la resolución del dolor neuropático, optimizar la recuperación tisular y facilitar una progresión más eficaz del proceso rehabilitador. No obstante, la evidencia científica disponible hasta el momento resulta limitada y heterogénea, especialmente en relación con su aplicación en el contexto postquirúrgico.(14)

La mayoría de los estudios existentes analizan de forma aislada la eficacia de estas técnicas en otras patologías musculoesqueléticas o neurológicas, sin evaluar su impacto específico tras la reconstrucción del LCA ni su influencia directa sobre variables de gran relevancia clínica como el tiempo de recuperación o el retorno a la competición. Esta ausencia de estudios comparativos que enfrenten la fisioterapia convencional frente a un abordaje combinado que incluya fisioterapia invasiva pone de manifiesto una laguna relevante en el conocimiento actual.(21)

Por todo ello, resulta necesario llevar a cabo estudios que permitan determinar si la incorporación de técnicas de fisioterapia invasiva al tratamiento convencional aporta un beneficio clínico significativo en la rehabilitación de futbolistas con neuropatía del nervio safeno tras reconstrucción del LCA. El conocimiento derivado de este estudio podría contribuir a optimizar los protocolos de rehabilitación, mejorar los resultados funcionales y favorecer una reincorporación más segura y eficiente a la competición, aportando evidencia útil y directamente aplicable en el ámbito de la fisioterapia deportiva.(22)

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar la efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional frente al tratamiento convencional en pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante autoinjerto del tendón rotuliano.

H0: No existen diferencias estadísticamente significativas en la efectividad del tratamiento entre el grupo tratado con fisioterapia convencional y el grupo tratado con fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva en pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante autoinjerto del tendón rotuliano.

H1: Existen diferencias estadísticamente significativas en la efectividad del tratamiento entre el grupo tratado con fisioterapia convencional y el grupo tratado con fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva en pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante autoinjerto del tendón rotuliano, siendo más efectiva la fisioterapia invasiva combinada.

Objetivos específicos

1. Dolor neuropático

Comparar la intensidad del dolor neuropático en el territorio del nervio safeno entre los pacientes tratados con fisioterapia convencional y aquellos tratados con fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H0: No existen diferencias significativas en la reducción del dolor neuropático entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H1: Existen diferencias significativas en la reducción del dolor neuropático entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva, siendo mayor la reducción del dolor en el grupo combinado.

2. Inflamación

Comparar la inflamación de la rodilla entre el grupo tratado con fisioterapia convencional y el grupo tratado con fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H0: No existen diferencias significativas en la reducción de la inflamación entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H1: Existen diferencias significativas en la reducción de la inflamación entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva, siendo mayor la reducción de la inflamación en el grupo combinado.

3. Umbral sensitivo

Comparar el umbral sensitivo en la región anteromedial de la rodilla entre ambos grupos de tratamiento.

H0: No existen diferencias significativas en la mejora del umbral sensitivo entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H1: Existen diferencias significativas en la mejora del umbral sensitivo entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva, siendo mayor la mejora en el grupo combinado.

4. Función de rodilla (IKDC / KOOS)

Comparar la función de la rodilla mediante los cuestionarios IKDC y KOOS entre ambos grupos de tratamiento.

H0: No existen diferencias significativas en la función de la rodilla entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H1: Existen diferencias significativas en la función de la rodilla entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva, obteniendo mejores resultados funcionales el grupo combinado.

5. Rango de movimiento (ROM)

Comparar la recuperación del rango de movimiento de la rodilla intervenida entre ambos grupos de tratamiento.

H0: No existen diferencias significativas en la recuperación del rango de movimiento entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H1: Existen diferencias significativas en la recuperación del rango de movimiento entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva, siendo mayor la recuperación en el grupo combinado.

6. Tiempo hasta retorno a la competición

Comparar el tiempo hasta el retorno a la competición entre ambos grupos de tratamiento.

H0: No existen diferencias significativas en el tiempo de retorno a la competición entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva.

H1: Existen diferencias significativas en el tiempo de retorno a la competición entre el grupo de fisioterapia convencional y el grupo de fisioterapia convencional combinada con fisioterapia invasiva, siendo menor el tiempo de retorno en el grupo combinado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

El presente estudio se plantea como un ensayo clínico aleatorizado, prospectivo y controlado, cuyo objetivo principal es comparar la eficacia de un programa de fisioterapia convencional frente a un programa combinado de fisioterapia convencional y fisioterapia invasiva en pacientes que han sido sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) mediante injerto del tendón rotuliano y que presentan afectación del nervio safeno derivada del procedimiento quirúrgico, una complicación documentada en este tipo de intervención (23). El uso de técnicas invasivas como la neuromodulación percutánea ha mostrado beneficios en la modulación del dolor y en la mejora funcional en pacientes intervenidos del LCA cuando se combina con ejercicio terapéutico (24).

El diseño consta de dos grupos paralelos:

- **Grupo convencional:** fisioterapia clásica convencional.
- **Grupo invasivo:** fisioterapia clásica + fisioterapia invasiva.

La distribución de los participantes en cada grupo se realizará mediante aleatorización simple, procedimiento recomendado para minimizar sesgos de selección en ensayos clínicos (25). La aleatorización se llevará a cabo mediante un generador informatizado de números aleatorios, asegurando la comparabilidad inicial entre los grupos.

El carácter prospectivo del estudio permitirá observar la evolución clínica de los participantes desde la segunda semana postoperatoria, momento en el que comienza el protocolo de rehabilitación (26), hasta su retorno a la competición, definido como la participación en su primer partido oficial tras la cirugía. Estudios previos han señalado la importancia de intervenir sobre factores

neuromusculares y dolor neuropático para acelerar el retorno seguro al deporte (27).

El empleo de un ensayo clínico se justifica por la necesidad de determinar si la adición de fisioterapia invasiva produce un efecto diferencial significativo respecto al tratamiento estándar, especialmente en variables como el retorno a la competición y el tiempo total de recuperación (28).

Población

La población de referencia estará compuesta por futbolistas semiprofesionales y profesionales, hombres y mujeres, que hayan sido intervenidos mediante reconstrucción del LCA con autoinjerto del tendón rotuliano y hayan desarrollado una neuropatía del nervio safeno (29). Este perfil garantiza un nivel de demanda funcional elevado, relevante para el objetivo principal del estudio: evaluar la eficacia de diferentes estrategias de rehabilitación en el retorno a la competición.

Criterios de inclusión

- Deportistas semiprofesionales o profesionales de fútbol.(30)
- Hombres y mujeres.(17)
- Cirugía de reconstrucción de LCA mediante autoinjerto del tendón rotuliano. (31)
- Neuropatía del nervio safeno a raíz de la cirugía. (8)
- Inicio de la rehabilitación en la segunda semana postoperatoria.(20)
- Capacidad para asistir al programa fisioterapéutico.
- Firma del consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Lesiones asociadas (menisco, lesiones condropatías relevantes, lesiones ligamentosas complementarias) (32)
- Cirugías previas en la misma rodilla.
- Enfermedades sistémicas o musculoesqueléticas que puedan interferir en la recuperación (diabetes, artritis, obesidad severa, patologías neuromusculares).(33)
- No deportistas o deportistas recreativos.

- Tabaquismo activo.
- Falta de adherencia prevista al programa terapéutico.

Método de reclutamiento

Los participantes serán reclutados mediante colaboración con clubes deportivos, servicios médicos y clínicas especializadas en traumatología deportiva , un procedimiento habitual en investigación deportiva de alto rendimiento (34). Una vez verificados los criterios de elegibilidad, los sujetos serán asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de intervención por medio de un sistema informático.

VARIABLES

- Variables independientes

    I. Técnica invasiva aplicada, definida como el método terapéutico utilizado sobre el nervio safeno (neuromodulación percutánea, punción seca ecoguiada o tratamiento conservador). Se trata de una variable cualitativa nominal, y constituye la intervención principal del estudio, codificada en GI y GC.

- Variables dependientes

    I. Dolor neuropático en el territorio del nervio safeno. Variable cuantitativa codificada en la escala EVA, la cual servirá para valorar numéricamente la intensidad de dolor. Esta escala irá de 0 a 10 puntos, en la que una puntuación de 0 es ausencia de dolor, 5 algo de dolor y 10 el dolor máximo que puedas imaginar. (ICC = 0,97),

estudios que hablan de sensibilidad 84,7% y especificidad 95% corte de 3 puntos. (35,36) (ANEXOS 2)

II. Inflamación. Variable cuantitativa codificada en centímetros, para su evaluación se utilizará una cinta métrica. El paciente se colocará decúbito supino con la rodilla ligeramente flexionada y mediremos entre los 5cm y 10cm por encima de la rótula con la cinta métrica rodeando el muslo. ICC 0,9-0,99, estudios con un punto de corte ≥2 sensibilidad de 80-85% y especificidad 85-95%. (37,38)(ANEXOS 3)

III. Umbral sensitivo. Variable cuantitativa codificada en kg con un algómetro. utilizaremos un algómetro digital de presión con una longitud redonda de 1cm^2 punta de goma. El paciente se colocará en decúbito supino con la rodilla ligeramente flexionada y relajada y pasaremos el algómetro por diferentes puntos de la rodilla, cuando el paciente sienta dolor nos detendremos en ese punto y dejaremos que el algómetro detecte la información, repetiremos 2-3 veces en el mismo punto de dolor para sacar un valor medio. ICC 0,85-0,90. Algunos estudios sensibilidad 80% y especificidad 75% (39,40)(ANEXOS 4)

IV. Función de la rodilla. Variable cuantitativa que está codificada mediante los cuestionarios “IKDC” o “KOOS”. El cuestionario IKDC consta de 18 preguntas y se divide en tres bloques, síntomas, función y función deportiva con un valor final entre 0 y 100, siendo 100 un estado normal de la rodilla. El cuestionario KOOS contiene 42 preguntas divididas en 5 subescalas, síntomas,dolor, función diaria, deporte y calidad de vida obteniendo puntuaciones del 0 al 100, donde 100 es una función normal de la rodilla. ICC 0,8. En estudios que utilizan análisis de curvas ROC el IKDC presentó sensibilidad de 79% y especificidad de 72% , mientras que una subescala del KOOS presentó sensibilidad del 51% y especificidad del 89%. (41,42)(ANEXOS 5)

V. ROM. Variable cuantitativa codificada en grados. Para valorar el ROM usaremos un goniómetro y mediremos la flexión y extensión de la rodilla. El paciente se colocará en decúbito prono y colocaremos el eje en el cóndilo lateral del fémur, el brazo fijo del goniómetro irá en dirección al trocánter mayor por la línea media del fémur, el brazo móvil lo colocaremos dirección al maléolo externo. Para medir la extensión el paciente se pondrá en la posición de decúbito supino y colocaremos el goniómetro como lo hemos colocado para medir la flexión. ICC 0,986 fiabilidad test-retest. (43,44)(ANEXOS 6)

- Variables de confusión
  I. Sexo. Variable dicotómica, codificada como mujer y hombre.
  II. Edad. Variable cuantitativa codificada en años.

PROCEDIMIENTO

En primer lugar, desde la clínica invasiv de fisioterapia se reclutará a todos los participantes del estudio mediante colaboración con equipos de fútbol profesionales y semiprofesionales (Barakaldo CF, Athletic Club, Racing de Santander, Oviedo FC, Arenas de Getxo, Gimnástica de Torrelavega), servicios médicos y clínicas especializadas en traumatología deportiva (Volker Tarnow, Palestra, Emen4Sport),para ello primero contactaremos con todos estos servicios mediante una reunión presencial en la que se les facilitará toda la información del proyecto. Una vez todo esté explicado y tengamos los permisos se llevará a cabo una reunión con todos los pacientes, en la que se les explicara el proyecto y se entregará el consentimiento firmado y la hoja de información.

Una vez finalizada la reunión se almacenarán los datos obtenidos de los formularios y se realizará el cribado por el cual se descarta a los pacientes que

no cumplan alguno de los criterios de inclusión o que cumplan alguno de los criterios de exclusión. A continuación se procederá a la distribución de participantes mediante una aleatorización simple, garantizando que todos los participantes del estudio tengan la misma probabilidad de formar parte de un grupo u otro. El proceso de distribución de grupos se realizará con una plataforma informática de números al azar, con el fin de minimizar sesgos, se crearan 2 grupos de 10 personas, 20 en total divididas en GC y GI.

En este estudio participaran dos investigadores principales, uno experto en técnicas de fisioterapia invasivas que se encargará de llevar a cabo el GI y el otro investigador que se encargará de todo el proceso de rehabilitación post quirúrgico de LCA que participara en ambos grupos GC y GI, con el fin de que lleven a cabo el mismo tratamiento. “En cuanto al enmascaramiento, el investigador responsable del tratamiento convencional de ambos grupos no conocerá qué grupo se está sometiendo al tratamiento de técnicas invasivas, en cambio, el investigador encargado del GI y los pacientes conocerán quienes pertenecen al grupo control y al grupo de intervención.”

Ambos grupos llevaran el mismo tratamiento convencional, el tratamiento se basará en una batería de ejercicios progresivos en base a la fase y estado funcional de la rodilla basado en el estudio (20) (ANEXO 1) y se combinará con un tratamiento del nervio safeno a base de terapia manual como, movilizaciones de tejido blando y neurodinámicas basadas en el estudio (45). Por otra parte, el grupo GI se somete a un tratamiento de fisioterapia invasiva formado por técnicas como la neuromodulación percutánea, punción seca y EPI. Ambos grupos tendrán las mismas horas de tratamiento, el GC trabajara 2 horas de tratamiento convencional mientras que el GI realizará 1 hora de tratamiento convencional y 1 hora de fisioterapia invasiva. Para la neuromodulación percutánea consistirá en la aplicación de una corriente eléctrica bifásica de onda cuadrada, con una frecuencia de 10Hz, un ancho de pulso de 250μs y una intensidad tolerable para causar una contracción muscular visible o una parestesia clara en el territorio del nervio durante un total de 1,5 minutos. Se

utilizará un dispositivo específico, Physio invasiva (PRIM, Madrid, España). Los pacientes se tumban en decúbito supino con la rodilla ligeramente flexionada mediante un rodillo para exponer la región anteromedial (46). El objetivo será localizar la rama infrapatelar del nervio safeno, la identificación ecográfica se hará utilizando una máquina de ultrasonido (General Electric, Logiq e, Wisconsin, EE. UU.) con una sonda lineal de 12 L, colocada en un plano transversal sobre la región anteromedial de la rodilla. Se realizará inicialmente un barrido medial a la tuberosidad tibial y por debajo del borde inferomedial de la rótula, donde la rama infrapatelar atraviesa el tejido subcutáneo en dirección oblicua superficial. El nervio se visualiza como una estructura hiperecoica, superficial al retináculo medial y medial al tendón rotuliano (47).

La piel se limpiará con alcohol isopropilico, posteriormente se insertará una aguja de acupuntura de acero inoxidable (0,30mm x 30mm) (Agu-punt, Barcelona, España) con un eje corto del transductor y se introducirá desde medial a lateral con una inclinación de 30-45º respecto a la superficie cutánea hasta encontrar el perineuro de la rama infrapatelar del nervio safeno.

Se usará la técnica de punción seca para relajar la musculatura cuadricipital tras la operación del LCA se utilizará siguiendo estas recomendaciones (48). El paciente se coloca en decúbito supino y con la rodilla ligeramente flexionada con ayuda de un rodillo, desinfectamos la zona con alcohol isopropílico. Se utiliza una aguja de acero inoxidable de unos 0,3 x 50mm (Agupunt Barcelona, España) dependiendo de la zona podrá aumentar la largura de la aguja (49). La aguja se colocará entre los dos dedos del intervencionista y con la mano dominante en forma de pinza la aguja entrara perpendicularmente buscando el espasmo muscular y/o un dolor reconocido por el paciente. Mantendremos la aguja en la zona del espasmo durante 1-2 minutos hasta agotar la latencia, la profundidad de la aguja dependerá del paciente y finalmente terminaremos con una hemostasia de 1 minuto con una gasa esterilizada (50).

Se utilizará la Electrólisis Percutánea Intratisular (EPI) como técnica

complementaria dirigida específicamente al tendón rotuliano, zona donante utilizada para la obtención del injerto del LCA. En algunos pacientes, la región del tendón rotuliano puede presentar signos de degeneración, irritación o cicatrización insuficiente tras la extracción del injerto (51), por lo que la aplicación localizada de EPI puede favorecer un proceso de reparación tisular más adecuado.

Para la realización de la técnica, el paciente se colocará en decúbito supino, con la rodilla ligeramente flexionada mediante un rodillo para exponer la región anterior del tendón. Tras la desinfección de la piel con alcohol isopropílico, se empleará un equipo de EPI ecoguiada, utilizando una máquina de ecografía (General Electric, Logiq e, Wisconsin, EEUU) con una sonda lineal de alta frecuencia (12L). El tendón rotuliano será identificado en eje largo, observando la continuidad fibrilar y las posibles zonas hipoecoicas asociadas a la cicatrización del área donante, pudiendo aparecer en algunos casos una ligera señal Doppler indicativa de angiogénesis propia de procesos degenerativos locales (52).

Se insertará una aguja estéril (53) de acero inoxidable (0,30 × 40 mm o similar, según el grosor del tendón) mediante un abordaje longitudinal, guiado en tiempo real para asegurar la correcta localización de la punta en la zona disfuncional del tendón. Una vez confirmada la posición de la aguja, se aplicará una corriente galvánica de baja intensidad (54) siguiendo los parámetros habituales de la técnica: 1–3 mA, con descargas de 3–5 segundos, en 3–5 ciclos, siempre ajustados a la tolerancia del paciente. La corriente genera una reacción electroquímica controlada que promueve la fagocitosis, la eliminación del tejido degenerado y la estimulación del proceso de reparación tisular.

La duración total de la aplicación será breve (6-8 minutos), actuando únicamente como técnica complementaria dentro del protocolo invasivo (55), con el objetivo de optimizar la recuperación de los tejidos del tendón rotuliano afectados por la extracción del injerto.

Aspectos éticos

El estudio cumplirá con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y con la normativa vigente en materia de investigación con seres humanos y protección de datos. Todos los participantes recibirán una Hoja de Información al Participante, donde se explicarán los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios esperados. Tras su lectura y aclaración de dudas, se solicitará la firma del Consentimiento Informado.

Los principales riesgos asociados a las intervenciones son leves y propios de la práctica fisioterapéutica habitual, como molestias transitorias, inflamación local o pequeñas reacciones en técnicas invasivas. Los beneficios potenciales incluyen una recuperación funcional más eficiente y un posible retorno más temprano a la competición.

La participación será voluntaria, y los sujetos podrán retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusión en su tratamiento clínico. La información recogida será tratada de forma confidencial, anonimizada y almacenada en un fichero protegido, accesible únicamente al equipo investigador.

Los resultados obtenidos se comunicarán a los participantes al finalizar el estudio, bien de manera individual o colectiva, manteniendo en todo momento la protección de la identidad de los sujetos.

Plan de trabajo

El espacio temporal en el que se ha estructurado este protocolo de estudio se desarrolla de forma estructurada y secuencial a lo largo de un periodo estimado de octubre de 2025 a diciembre de 2027, con el objetivo de garantizar una correcta planificación metodológica, una adecuada ejecución del ensayo clínico y un análisis riguroso de los resultados obtenidos.

El cronograma está dividido en cinco grandes etapas: planificación, diseño metodológico y aprobación ética, ejecución e intervención, análisis de datos y elaboración del informe final.

1. **Etapa de planificación y revisión bibliográfica**

(Octubre 2025 - Enero 2026)

Durante esta primera fase se llevo a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), las complicaciones neurológicas postquirúrgicas especialmente la neuropatía del nervio safeno y las diferentes estrategias de tratamiento fisioterapéutico, tanto convencional como invasivo.

Se consultaron bases de datos biomédicas como PubMed y PEDro, utilizando descriptores relacionados con “ACL reconstruction”, “saphenous nerve neuropathy”, “percutaneous neuromodulation”, “intratisular percutaneous electrolysis (EPI)” y “return to sport”. Esta búsqueda permitió fundamentar científicamente el estudio y justificar su relevancia clínica.

Asimismo, en esta etapa se definieron de forma precisa la hipótesis, los objetivos generales y específicos, las variables principales y secundarias, así como el diseño preliminar del estudio. También se elaboró un primer borrador del protocolo de investigación siguiendo las directrices metodológicas para ensayos clínicos aleatorizados.

2. **Etapa de diseño metodológico y aprobación ética**

(Febrero 2026 - septiembre 2026)

En esta fase se desarrolló de forma detallada el diseño definitivo del ensayo clínico aleatorizado. Se establecieron con precisión los criterios de inclusión y exclusión, el procedimiento de aleatorización, el tamaño muestral estimado (20 participantes divididos en grupo control y grupo experimental) y la planificación del tratamiento en ambos grupos.

Se protocolizaron las intervenciones:

- Programa de fisioterapia convencional basado en progresión funcional por tareas tras reconstrucción de LCA.
- Aplicación de técnicas de fisioterapia invasiva (neuromodulación percutánea ecoguiada, punción seca y electrolisis percutanea intratisular)

También se definieron los instrumentos de medición de las variables dependientes: escala EVA para dolor neuropático, algometría para umbral sensitivo, cuestionarios IKDC o KOOS para función de rodilla, goniómetro para rango de movimiento y cinta métrica para medición de inflamación.

Durante este período se elaboró la hoja de información al participante y el consentimiento informado. El protocolo completo fue enviado al comité de ética de la investigación (CEIm) correspondiente para su evaluación y aprobación. No se inicia el reclutamiento hasta obtener la autorización ética pertinente. El tiempo medio transcurrido desde que se envían los documentos, se corrigen los errores, se vuelven a enviar los documentos corregidos y aprueban la investigación suele ser de unos 6 meses.

Paralelamente, se establecen acuerdos de colaboración con clubes de fútbol semiprofesionales y profesionales, servicios médicos deportivos y clínicas especializadas en traumatología deportiva para facilitar el reclutamiento de participantes.

3. Etapa de reclutamiento y ejecución del estudio

(Septiembre 2026 - Septiembre 2027)

Una vez obtenida la aprobación ética, comenzará la fase de reclutamiento. Los potenciales participantes serán informados del estudio mediante reuniones presenciales con clubes y servicios médicos colaboradores. Tras la verificación de criterios de elegibilidad y la firma del consentimiento informado, se procederá al cribado definitivo y posterior asignación aleatoria a uno de los dos grupos mediante un generador informático de números aleatorios.

El tratamiento comenzará en la segunda semana postoperatoria de la reconstrucción del LCA con autoinjerto de tendón rotuliano. Ambos grupos recibirán el mismo protocolo de fisioterapia convencional, estructurado según una progresión funcional por tareas que abarcara desde la marcha sin ayudas técnicas hasta movimientos específicos del deporte y retorno a la competición.

El grupo experimental recibirá además sesiones programadas de técnicas invasivas, aplicadas por un fisioterapeuta experto y bajo guía ecográfica cuando sea necesario. Se respetarán los parámetros de seguridad, higiene y tolerancia del paciente en cada intervención.

las evaluaciones se realizarán en distintos momentos:

- Evaluación basal (inicio de la intervención)
- Evaluaciones intermedias según fases funcionales
- Evaluación final previa al retorno a la competición.

Se registrarán todas las variables en una base de datos anonimizada y protegida, garantizando la confidencialidad de la información.

4. **Etapa de procesamiento y análisis de datos**

(Octubre 2027 - Noviembre 2027)

Una vez finalizada la recogida de datos, se procederá a su revisión, organización y análisis estadístico.

Se comprobará si la incorporación de técnicas invasivas produce una reducción significativa en el tiempo de recuperación y en la intensidad del dolor neuropático, así como una mejora funcional superior respecto al tratamiento convencional aislado.

Los resultados se interpretan en relación con la literatura científica revisada previamente, identificando coincidencias, discrepancias y posibles explicaciones clínicas.

5. **Etapa de redaccion y elaboracion del informe final**

(Noviembre 2027 - Diciembre 2027)

En la última fase se procederá a la redacción completa del Trabajo Fin de Grado, incluyendo:

- Introducción y marco teórico definitivo
- Metodología detallada.
- Resultados obtenidos.
- Discusión crítica
- Conclusiones y aplicaciones clínicas
- Limitaciones del estudio y propuestas de futuras líneas de investigación.

Se realizará una revisión exhaustiva de la redacción, corrección ortográfica y adecuación al formato exigido por la universidad.

Para finalizar se publicará el trabajo en estas 3 revistas:

- Revista de Ortopedia y Fisioterapia Deportiva
- Physical Therapy | Oxford Academic
- Fisioterapia invasiva y medicina musculoesquelética

ETAPA	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN
Planificación	Octubre 2025 - Enero 2026	En esta etapa se realizo una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos Pubmed y PEDro.
Diseño de la investigación	Febrero 2026 - Septiembre 2026	Se realizo el planteamiento inicial del estudio y se presento metodología y además de las diferentes intervenciones.
Ejecución	Septiembre 2026 - Septiembre 2027	Comprende el periodo de tiempo que dura la intervención. Durante esta etapa también se recogerán los datos para su posterior análisis.
Procesamiento y análisis de los resultados	Octubre 2026 - Noviembre 2027	Se procesaran y analizaran los datos obtenidos y se obtendrán las conclusiones pertinentes.
Elaboración final del informe	Noviembre 2027 - Diciembre 2027	Se realizarán las últimas correcciones al estudio y se añadirán los anexos.

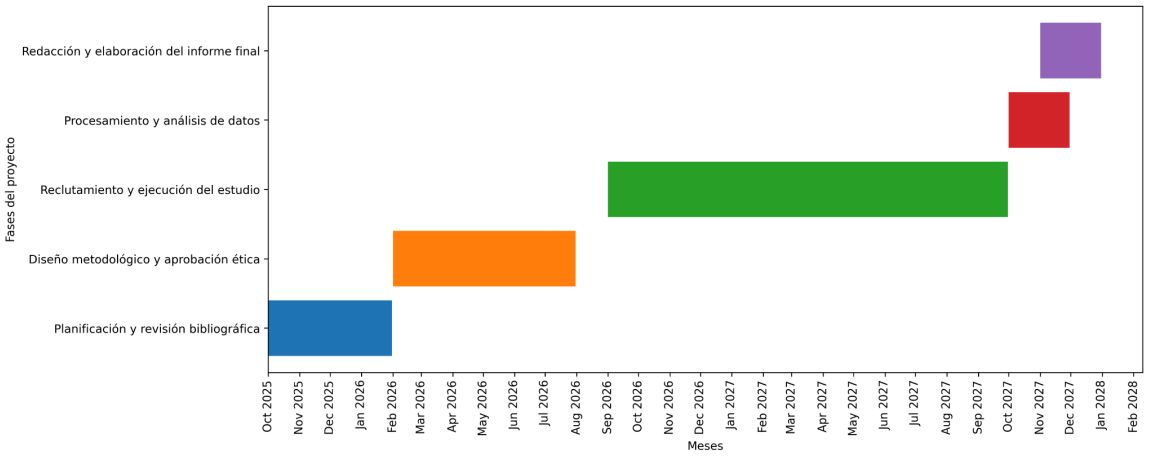


Figura 1. Cronograma de Gantt

Discusión

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante auto injerto del tendón rotuliano constituye una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas en deportistas debido a la estabilidad mecánica que proporciona y a los buenos resultados funcionales descritos en la literatura. Sin embargo, diferentes estudios han señalado que este procedimiento puede asociarse a complicaciones neurológicas derivadas de la afectación del nervio safeno, especialmente de su rama infrapatelar. El estudio de **Westermann, Rooks y Wright (2015)** Sobre disfunción sensitiva atrás, reconstrucción del LCA con injerto hueso-tendón-hueso describe que la lesión e irritación de este nervio puede provocar dolor neuropático, parestesias y alteraciones sensitivas que interfieren en el proceso de rehabilitación. Estas alteraciones pueden condicionar la evolución del paciente y retrasar el retorno a la práctica deportiva.

En este contexto, el presente estudio plantea analizar la eficacia de un tratamiento basado en fisioterapia convencional frente a un tratamiento

combinado que incluya fisioterapia convencional y técnicas de fisioterapia invasiva como la neuromodulación percutánea, la punción seca y la electrólisis percutánea intratisular (EPI). El objetivo principal es determinar si la incorporación de estas técnicas pueden mejorar la recuperación clínica y reducir el dolor neuropático en futbolistas que presentan neuropatía del nervio safeno tras reconstrucción del LCA.

Los resultados esperados del presente estudio sugieren que la combinación de fisioterapia invasiva con tratamiento convencional podría favorecer una disminución más rápida del dolor y una recuperación funcional más eficiente. Esta hipótesis, se encuentra en línea con los resultados del estudio **"Short-term effects of percutaneous electrical nerve stimulation on pain and muscle function in patients undergoing anterior cruciate ligament surgery"**, En el que se observó que la aplicación de estimulación eléctrica percutánea tras la reconstrucción del LCA producía mejores significativas en el control del dolor y en la función de la rodilla en comparación con los protocolos de rehabilitación convencionales.

Por otra parte, los programas de rehabilitación tradicionales tras la reconstrucción del LCA se centran principalmente en la recuperación del rango de movimiento, el fortalecimiento muscular y la mejora del control neuromuscular. El estudio de **Buckthorpe, Tamisari y villa (2020), titulado** "Ten-task progression for rehabilitation after ACL reconstruction", Propone un modelo de progresión funcional basado en tareas que permite recuperar de forma gradual la capacidad funcional de la rodilla y optimizar la vuelta al deporte. Este tipo de protocolos constituye la base del tratamiento convencional aplicado en el presente estudio. Sin embargo, a diferencia del planteamiento propuesto en esta investigación, dicho protocolo no incorpora técnicas dirigidas específicamente a tratar las posibles alteraciones neurológicas derivadas de la cirugía.

En relación con el retorno al deporte, diferentes autores han identificado diversos

factores que influyen en la recuperación tras la reconstrucción del LCA. El estudio de **Nwachukwu, Patel, Lu, Allen y Williams (2019)** Concluye que el control del dolor, la recuperación funcional y la estabilidad neuromuscular son factores determinantes para lograr un retorno seguro a la práctica deportiva. En la misma línea, el metaanálisis realizado por **Webster y Hewett (2019)** sobre retorno al deporte tras reconstrucción del LCA, indica que el tiempo de recuperación depende de múltiples factores, entre los que se incluyen la evolución clínica del paciente, la ausencia del dolor persistente y la progresión adecuada del programa de rehabilitación.

Este sentido, la incorporación de técnicas de fisioterapia invasiva podría aportar un beneficio adicional al tratamiento convencional al permitir una intervención más específica sobre las estructuras neuromusculares y tendinosas afectadas. Por ejemplo, la electrólisis Percutánea Intratisular ha demostrado resultados positivos en el tratamiento de patologías tendinosas. El estudio de **Abat, Diesel, Gelber, Polidori, Monllau y Sánchez-Ibáñez** titulado "Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up" Evidenció que la combinación de esta técnica con el ejercicio terapéutico favorece los procesos de regeneración tisular y mejora la función del tendón rotuliano. Este hallazgo resulta especialmente relevante en el contexto de este estudio, ya que el tendón rotuliano actúa como zona donante en la reconstrucción del LCA mediante injerto hueso-tendón-hueso.

Asimismo, la técnica de punción seca ha sido ampliamente utilizada en el tratamiento de puntos, gatillos miofasciales y disfunciones musculares. La serie de casos, publicada por **Araya-Quintanilla, Rubio-Oyarzún, Gutiérrez-Espinoza, Arias-Poblete y Olguín-Huerta (2019)** titulada *"Punción seca y cambios en la actividad muscular en sujetos con puntos gatillo miofasciales"* Demostró que esta intervención puede producir cambios en la actividad muscular y contribuir a la reducción del dolor asociado a disfunciones musculares. En el contexto postquirúrgico del LCA, la punción seca podría

favorecer la disminución de la tensión muscular del cuádriceps y facilitar la realización del ejercicio terapéutico durante la rehabilitación.

No obstante, algunos autores señalan que la evidencia científica sobre el uso de técnicas invasivas en la rehabilitación tras reconstrucción del LCA todavía es limitada. La revisión realizada por **Gokeler, Dingenen y Hewett (2022)** titulada *"Rehabilitation and Return to Sport Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Where Are We in 2022?"* Destaca la heterogeneidad existente en los protocolos de rehabilitación y en las intervenciones utilizadas, lo que dificulta establecer conclusiones definitivas sobre la superioridad de un tratamiento frente a otro. Esta falta de consenso en la literatura científica pone de manifiesto la necesidad de realizar nuevos estudios que analicen la eficacia de diferentes intervenciones terapéuticas en este contexto clínico.

Entre las principales fortalezas de este estudio destaca su diseño como ensayo clínico, aleatorizado y prospectivo.Según las recomendaciones metodológicas del documento **CONSORT 2010 Statement**, elaborado por **Schulz, Altman y Moher,** Este tipo de diseño permite mejorar la calidad metodológica de los estudios clínicos y reducir posibles sesgos de selección. Además, la utilización de herramientas de evaluación validadas como la escala visual analógica (EVA) para la valoración del dolor y los cuestionarios funcionales IKDC y KOOS, permite obtener medidas objetivas y fiables sobre la evolución clínica de los participantes.

Otra fortaleza relevante del estudio es la inclusión de una población específica de futbolistas semiprofesionales y profesionales. Tal y como señalan **Waldén, Hägglund, Magnusson y Ekstrand (2011)** en su estudio sobre lesiones del LCA en futbolistas de élite, está población, presenta altas demandas funcionales y requiere protocolos de rehabilitación especialmente rigurosos para garantizar un retorno seguro a la competición.

Sin embargo, el estudio también presenta diversas limitaciones que deben ser

consideradas. En primer lugar, el tamaño muestral relativamente reducido puede limitar la capacidad de generalizar los resultados a poblaciones más amplias. Además, la inclusión exclusiva de futbolistas puede dificultar la extrapolación de los resultados a otros perfiles de pacientes con menor nivel de actividad física. Asimismo, podrían existir variables de confusión, como la edad, el nivel de condición física previa o la gravedad de la neuropatía del nervio safeno, que podrían influir en la respuesta al tratamiento. También debe considerarse la posibilidad de pérdidas durante el seguimiento del estudio, algo frecuente investigaciones relacionadas con la rehabilitación deportiva.

Desde el punto de vista clínico los resultados de este estudio podrían tener una aplicación relevante en el ámbito de la fisioterapia deportiva. Si se confirma que la combinación de fisioterapia invasiva y tratamiento convencional permite mejorar los resultados clínicos, esta estrategia podría incorporarse a los protocolos de rehabilitación utilizados tras la reconstrucción del LCA, especialmente en deportistas con alta demanda funcional que requieren una recuperación rápida y segura.

Conclusión

En conclusión, el presente estudio pretende aportar nueva evidencia sobre la eficacia de la fisioterapia invasiva como complemento al tratamiento convencional en futbolistas con neuropatía del nervio safeno tras reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Aunque el estudio presenta ciertas limitaciones metodológicas, los resultados esperados podrían contribuir a mejorar el manejo terapéutico de las complicaciones neurológicas postquirúrgicas y optimizar los programas de rehabilitación en el ámbito de la fisioterapia deportiva, favoreciendo una recuperación funcional más rápida y un retorno más seguro a la práctica deportiva.

ANEXOS

ANEXO 1

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

TÍTULO DEL ESTUDIO: Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA.

NOMBRE DEL ALUMNO: *Beñat Lasa Ariesteguieta, Javier Fernández Valencia*

CENTRO: Escuela Universitaria Gimbernat-Cantabria (adscrita a la UC)

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente y respeta la normativa vigente.

Nuestra intención es proporcionarle información adecuada y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en el estudio. Para ello lea con atención esta hoja informativa y luego podrá preguntar cualquier duda que le surja relativa al estudio. Además, puede consultar con cualquier persona que considere oportuno.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y puede decidir no participar. En caso de que decida participar en el estudio puede cambiar su decisión y retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico y sin que se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

El objetivo de este estudio es comparar la eficacia de un programa de fisioterapia convencional frente a un programa combinado de fisioterapia convencional y fisioterapia invasiva en pacientes que han sido sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior y presentan afectación del nervio safeno tras la cirugía. Se evaluarán variables como el dolor, la inflamación, la sensibilidad, la función de la rodilla, el rango de movimiento y el tiempo hasta el retorno a la competición en diferentes momentos del tratamiento.

BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Beneficios

Se espera que este estudio contribuya a mejorar el conocimiento científico sobre la rehabilitación tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior y el tratamiento de la neuropatía del nervio safeno.
Es posible que usted no obtenga un beneficio directo por participar en el estudio, aunque podría beneficiarse si el tratamiento combinado resulta más eficaz que el tratamiento convencional.

Riesgos

Los riesgos asociados al tratamiento son los propios de la fisioterapia convencional y de las técnicas de fisioterapia invasiva, pudiendo aparecer:

- Molestias durante el tratamiento
- Pequeños hematomas
- Dolor leve tras la aplicación de las técnicas invasivas
- Inflamación local

En caso de presentar cualquier efecto adverso, deberá comunicarlo al investigador responsable.

CONFIDENCIALIDAD

El procesamiento de los datos personales se realizará según el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, y las correspondientes leyes locales.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de forma que no sea posible la identificación del paciente. Sólo el investigador y personas autorizadas relacionadas con el estudio tendrán acceso a dicho código y se comprometen a usar esta información exclusivamente para los fines planteados en el estudio. Los miembros del Comité Ético de Investigación Clínica o Autoridades Sanitarias pueden tener acceso a esta información en cumplimiento de requisitos legales. Se preservará la confidencialidad de estos datos y no podrán ser relacionados con usted, incluso aunque los resultados del estudio sean publicados.

ANEXO 2

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL ESTUDIO: Efectividad de la fisioterapia invasiva combinada con el tratamiento convencional, frente al tratamiento convencional tras la reconstrucción de LCA.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Beñat Lasa Ariesteguieta
Javier Fernández Valencia
CENTRO: Gimbernat Cantabria

D./Dña.
____
(Nombre y apellidos del paciente en MAYÚSCULAS)

He leído y comprendido la hoja de información que se me ha entregado sobre el estudio arriba indicado.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He realizado todas las preguntas que he precisado sobre el estudio.

He hablado con el Dr./Dra. ………………………………………………………………………………………………… ……… con quien he clarificado las posibles dudas. Comprendo que

mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin dar explicaciones
- Sin que repercuta en mis cuidados médicos

Comprendo que la información personal que aporto será confidencial y no se mostrará a nadie sin mi consentimiento.

Comprendo que mi participación en el estudio implica autorizar al fisioterapeuta a realizar las técnicas indicadas en la hoja de información.

Y presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del investigador Firma del paciente

Fecha ____
(la fecha debe estar cumplimentada de puño y letra por el paciente)

- -

\- **REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:**

Yo, D./Dña.
____
retiro el consentimiento otorgado para mi participación en el estudio arriba citado. Fecha y firma:

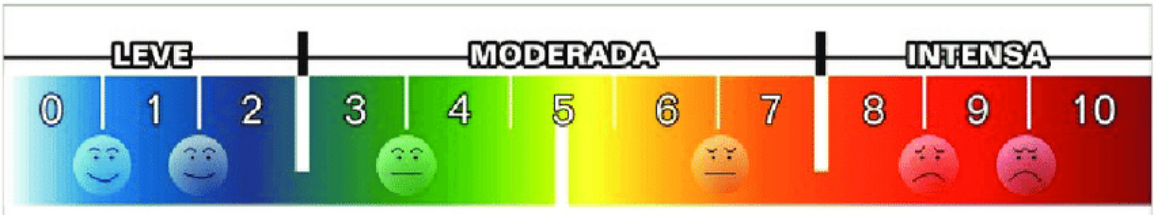
ANEXO 3

(Progresión de ejercicios LCA)

Nº de tarea	***Tarea***	***Ejercicio***	***Fuerza requerida para permitir la práctica sin restricciones***	***Rango de movimiento de rodilla requerido***
1	Caminar	Buena marcha sin ayudas técnicas	Buena activación del cuádriceps	Extensión completa de rodilla
2	Movimientos bilaterales básicos	Sentadilla bilateral hasta 90º con menos del 20% de asimetría en la carga entre extremidades.	Prensa de pierna unilateral al 50% del peso corporal	Extensión completa / flexión > 90º
3	Movimientos unilaterales básicos	Sentadilla unilateral hasta 90º	Prensa de pierna unilateral al 80% del peso corporal	> 120º de flexión
4	Aterrizaje bilateral	Control del aterrizaje bilateral desde un salto submáximo	Prensa de pierna unilateral al 100% del peso corporal y/o prensa/sentadilla bilateral al 150% del peso corporal	> 130º de flexión
5	Carrera	Carrera en cinta a 8 km/h	Prensa unilateral al 125% del peso corporal y/o extensión de rodilla isométrica > 70% de índice de simetría entre piernas (LSI)	> 130º de flexión
6	Pliometria bilateral	Drop jump bilateral desde 30cm	> 80% LSI en extensión de rodilla y prensa /sentadilla unilateral al 125% del peso corporal o prensa de pierna al 200% del peso corporal	Completo
7	Saltos/aterrizajes unilaterales	Desaceleración a una pierna tras carrera en plano frontal y sagital	> 80% LSI en extensión de rodilla isocinética y/o prensa de pierna unilateral al 150% del peso corporal	Completo

8	Pliometria unilateral	Salto desde step unilateral	“”	Completo
9	Movimientos multidireccionales pre planificados	Maniobra de cambio de dirección a 90º	“”	Completo
10	Movimientos específicos del deporte	Cambio de dirección reactivo a 45º	>90% LSI en extensión de rodilla isocinética y/o prensa de pierna unilateral al 200% del peso corporal	Completo

ANEXO 4
(ESCALA EVA)



ANEXO 5
(CINTA MÉTRICA)



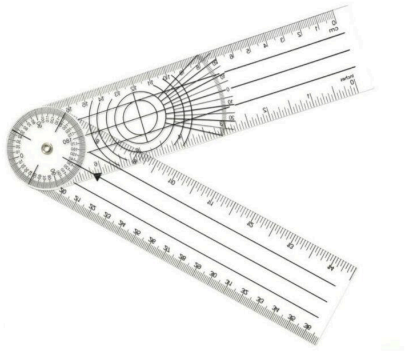
ANEXO 6
(ALGÓMETRO)



ANEXO 7
(IKDC y KOOS)
CUESTIONARIO IKDC pdf

CUESTIONARIO KOOS

ANEXO 8
(GONIÓMETRO)



ANEXOS

ANEXO 1

Hoja de información al paciente

TÍTULO DEL ESTUDIO: Efectividad de la electrólisis percutánea intratisular en el tratamiento del esguince lateral de tobillo. Protocolo de estudio

NOMBRE DEL ALUMNO: ANDRÉS FERNÁNDEZ SANTA-EULALIA
CENTRO: Escuela Universitaria Gimbernat-Cantabria (adscrita a la UC)

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente y respeta la normativa vigente.

Nuestra intención es proporcionarle información adecuada y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en el estudio. Para ello lea con atención esta hoja informativa y luego podrá preguntar cualquier duda que le surja relativa al estudio. Además, puede consultar con cualquier persona que considere oportuno.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y puede decidir no participar. En caso de que decida participar en el estudio puede cambiar su decisión y retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico y sin que se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Se realizará un ensayo clínico aleatorizado controlado con dos grupos: un grupo de intervención que recibirá EPI y ejercicio terapéutico, y un grupo control que recibirá solo ejercicio terapéutico. Se evaluará a los participantes en cuanto al dolor, la inflamación, la capacidad de respuesta al cambio, la función del miembro inferior, el rango de movimiento y el equilibrio en tres momentos: antes del tratamiento, a las 5 semanas y al final del tratamiento (3 meses).

BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Beneficios de la participación en el estudio.

Se espera mejorar el conocimiento científico relativo a el tratamiento de esguinces laterales de tobillo mediante EPI y puede que otros pacientes se beneficien en el futuro.

Es posible que usted no reciba ningún beneficio directo en su salud por su participación en este estudio.

Es posible que se beneficie del nuevo tratamiento experimental si se demuestra que es más eficiente que el habitual

Riesgos de la participación en el estudio.

Si el ensayo es aleatorizado quiere decir que se decide al azar el tratamiento por lo que cabe la posibilidad de no recibir el tratamiento experimental. Sin embargo, puede ocurrir que tras recibir la intervención, tanto experimental como habitual, presente alguno de los siguientes efectos adversos:

- Hematoma
- Dolor

En caso de presentar cualquier efecto adverso, por favor comuníquelo a su médico del estudio.

Tendrá que acudir a las visitas previstas en el estudio y someterse a las pruebas complementarias previstas en el protocolo del estudio.

Si se considera que seguir participando puede suponer un riesgo para su salud puede retirarle del mismo aún sin su consentimiento.

CONFIDENCIALIDAD

El procesamiento de los datos personales se realizará según el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, y las correspondientes leyes locales.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de forma que no sea posible la identificación del paciente. Sólo el investigador y personas autorizadas relacionadas con el estudio tendrán acceso a dicho código y se comprometen a usar esta información exclusivamente para los fines planteados en el estudio. Los miembros del Comité Ético de Investigación Clínica o Autoridades Sanitarias pueden tener acceso a esta información en cumplimiento de requisitos legales. Se preservará la confidencialidad de estos datos y no podrán ser relacionados con usted, incluso aunque los resultados del estudio sean publicados.

ANEXO 2

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL ESTUDIO: Efectividad de la electrólisis percutánea intratisular en el tratamiento del esguince lateral de tobillo. Protocolo de estudio.
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Andrés Fernández Santa-Eulalia
CENTRO: Gimbernat Cantabria

D./Dña.

_____

(Nombre y apellidos del paciente en MAYÚSCULAS)

He leído y comprendido la hoja de información que se me ha entregado sobre el estudio arriba indicado.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He realizado todas las preguntas que he precisado sobre el estudio.

He hablado con el Dr./Dra. …… con quien he clarificado las posibles dudas.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin dar explicaciones
- Sin que repercuta en mis cuidados médicos

Comprendo que la información personal que aporto será confidencial y no se mostrará a nadie sin mi consentimiento.

Comprendo que mi participación en el estudio implica autorizar al fisioterapeuta a realizar las técnicas indicadas en la hoja de información.

Y presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del investigador Firma del paciente

Fecha _____

(la fecha debe estar cumplimentada de puño y letra por el paciente)

- **REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:**

Yo, D./Dña.

_____

retiro el consentimiento otorgado para mi participación en el estudio arriba citado.

Fecha y firma:

BIBLIOGRAFÍA

1. Ghazizadeh A, Fields HL, Ambroggi F. Isolating event-related neuronal responses by deconvolution. Journal of neurophysiology [Internet]. 2010 Sep [cited 2026 Feb 18];104(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20631219/

2. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons [Internet]. 2000 May [cited 2026 Feb 18];8(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10874221/

3. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. The American journal of sports medicine [Internet]. 2013 Jul [cited 2026 Feb 18];41(7). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23733635/

4. Alvarez MS, Moneo PR, Palacios JA. Arthroscopic extirpation of an osteoid osteoma of the acetabulum. Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association [Internet]. 2001 Sep [cited 2026 Feb 18];17(7). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11536099/

5. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. The American journal of sports medicine [Internet]. 1997 Jan [cited 2026 Feb 18];25(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9006698/

6. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24306706/

7. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25122629/

8. Kartus J, Ejerhed L, Eriksson BI, Karlsson J. The localization of the infrapatellar nerves in the anterior knee region with special emphasis on central third patellar tendon harvest: a dissection study on cadaver and amputated specimens. Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association [Internet]. 1999 Sep [cited 2026 Feb 18];15(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10495173/

9. Trescot AM, Helm S, Hansen H, Benyamin R, Glaser SE, Adlaka R, et al. Opioids in the management of chronic non-cancer pain: an update of American Society of the Interventional Pain Physicians' (ASIPP) Guidelines. Pain physician [Internet]. 2008 Mar [cited 2026 Feb 18];11(2 Suppl). Available from:

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18443640/

10. Nwachukwu BU, Voleti PB, Berkanish P, Chang B, Cohn MR, Williams RJ, et al. Return to Play and Patient Satisfaction After ACL Reconstruction: Study with Minimum 2-Year Follow-up. The Journal of bone and joint surgery American volume [Internet]. 2017 May 3 [cited 2026 Feb 18];99(9). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28463915/

11. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33354394/

12. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20351201/

13. Gozani SN. Fixed-site high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of chronic low back and lower extremity pain. Journal of pain research [Internet]. 2016 Jun 28 [cited 2026 Feb 18];9. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27418854/

14. Chitneni A, Berger AA, Orhurhu V, Kaye AD, Hasoon J. Peripheral Nerve Stimulation of the Saphenous and Superior Lateral Genicular Nerves for Chronic Pain After Knee Surgery. Orthopedic reviews [Internet]. 2021 May 31 [cited 2026 Feb 18];13(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34745463/

15. Abat F, Diesel WJ, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. Muscles, ligaments and tendons journal [Internet]. 2014 Jul 14 [cited 2026 Feb 18];4(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25332934/

16. Augustyn D, Paez A. The effectiveness of intratissue percutaneous electrolysis for the treatment of tendinopathy: a systematic review. South African Journal of Sports Medicine. 2022 Jan 1;34(1):v34i1a12754.

17. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. British journal of sports medicine [Internet]. 2011 Jun [cited 2026 Feb 18];45(7). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21398310/

18. Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. The American journal of sports medicine [Internet]. 2016 Jul [cited 2026 Feb 18];44(7). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26772611/

19. Website [Internet]. Available from: Fenech M, Roche B, Boyle J. Ultrasound imaging of the femoral and saphenous nerves. Australas J Ultrasound Med [Internet]. 2024

[cited 2025 Dec 3];27(4):229–38. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39081526/

20. Buckthorpe M, Tamisari A, Villa FD. A TEN TASK-BASED PROGRESSION IN REHABILITATION AFTER ACL RECONSTRUCTION: FROM POST-SURGERY TO RETURN TO PLAY - A CLINICAL COMMENTARY. International journal of sports physical therapy [Internet]. 2020 Aug [cited 2025 Dec 3];15(4). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33354394/

21. Gokeler A, Dingenen B, Hewett TE. Rehabilitation and Return to Sport Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Where Are We in 2022? Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation [Internet]. 2022 Jan 28 [cited 2026 Feb 18];4(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35141539/

22. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27162233/

23. Website [Internet]. Available from: 13 Sanders TL, Kremers HM, Bryan AJ, Krych AJ. Procedural complications and recovery after bone–patellar tendon–bone autograft ACL reconstruction. Am J Sports Med [Internet]. 2021 [cited 2025 Dec 3];49(1):123–9. Available from:/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33052796/

24. Website [Internet]. Available from: Li J, Kim D, Patel R, O'Connell R, Zhang Y. Short-term effects of percutaneous electrical nerve stimulation after ACL reconstruction: a randomized clinical trial. Clin Rehabil [Internet]. 2025 [cited 2025 Dec 3];39(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40365171/

25. Website [Internet]. Available from: Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. BMJ [Internet]. 2010 [cited 2025 Dec 3];340:c332. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20332545/

26. Website [Internet]. Available from: Buckthorpe M, Tamisari A, Villa FD. Ten-task progression for rehabilitation after ACL reconstruction. Int J Sports Phys Ther [Internet]. 2020 [cited 2025 Dec 3];15(4):652–78. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33354394/

27. Website [Internet]. Available from: Nwachukwu BU, Patel BH, Lu Y, Allen AA, Williams RJ. Return to play after ACL reconstruction: predictive factors and timelines. Am J Sports Med [Internet]. 2019 [cited 2025 Dec 3];47(4):857–63. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30744451/

28. Website [Internet]. Available from: Webster KE, Hewett TE. Meta-analysis of return to sport after ACL reconstruction. Br J Sports Med [Internet]. 2019 [cited 2025 Dec 3];53(10):617–24. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28701349/

29. Website [Internet]. Available from: Westermann RW, Rooks M, Wright RW. Sensory

nerve dysfunction after bone–patellar tendon–bone ACL reconstruction. Arthroscopy [Internet]. 2015 [cited 2025 Dec 3];31(9):1732–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25979423/

30. Waldén M, Hägglund M, Magnusson H, Ekstrand J. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA [Internet]. 2011 Jan [cited 2026 Feb 18];19(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20532869/

31. Kartus J, Movin T, Karlsson J. Donor-site morbidity and anterior knee problems after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts. Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association [Internet]. 2001 Nov [cited 2026 Feb 18];17(9). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11694930/

32. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19182030/

33. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22223733/

34. Website [Internet]. Available from: Arundale AJH, Bizzini M, Giordano A, Hewett TE, Logerstedt DS, Snyder-Mackler L. Exercise-based knee injury prevention in football players. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. 2018 [cited 2025 Dec 3];48(9):645–53. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30074973/

35. Alghadir AH, Anwer S, Iqbal A, Iqbal ZA. Test–retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. JPR. 2018 Apr 26;11:851–6.

36. Crellin DJ, Harrison D, Santamaria N, Huque H, Babl FE. The Psychometric Properties of the Visual Analogue Scale Applied by an Observer to Assess Procedural Pain in Infants and Young Children: An Observational Study. Journal of pediatric nursing [Internet]. 2021 Jul [cited 2026 Mar 30];59. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33561663/

37. Onishi K, Tanaka S, Maki A, Taniguchi S, Iwaki H, Miura Y. The Difference in Thigh Circumferences Between 5 and 10 cm Proximal to the Suprapatellar Border Serving as an Indicator of Joint Effusion in Patients With Knee Osteoarthritis: A Cross-Sectional Study. Cureus [Internet]. 2025 Jul 31 [cited 2025 Dec 3];17(7). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40896020/

38. Armer JM, Stewart BR. A comparison of four diagnostic criteria for lymphedema in a post-breast cancer population. Lymphatic research and biology [Internet]. 2005 [cited 2026 Mar 30];3(4). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16379589/

39. Stausholm MB, Bjordal JM, Moe-Nilssen R, Naterstad IF. Pain pressure threshold algometry in knee osteoarthritis: intra- and inter-rater reliability. Physiotherapy theory and practice [Internet]. 2023 Mar [cited 2025 Dec 3];39(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35019810/

40. Walton DM, Macdermid JC, Nielson W, Teasell RW, Chiasson M, Brown L. Reliability, standard error, and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy [Internet]. 2011 Sep [cited 2026 Mar 30];41(9). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21885906/

41. Hambly K, Griva K. IKDC or KOOS: which one captures symptoms and disabilities most important to patients who have undergone initial anterior cruciate ligament reconstruction? The American journal of sports medicine [Internet]. 2010 Jul [cited 2025 Dec 2];38(7). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20351201/

42. Huang CC, Chen WS, Tsai MW, Wang WTJ. Comparing the Chinese versions of two knee-specific questionnaires (IKDC and KOOS): reliability, validity, and responsiveness. Health and Quality of Life Outcomes. 2017 Dec 6;15:238.

43. Lenssen AF, van Dam EM, Crijns YH, Verhey M, Geesink RJ, van den Brandt PA, et al. Reproducibility of goniometric measurement of the knee in the in-hospital phase following total knee arthroplasty. BMC musculoskeletal disorders [Internet]. 2007 Aug 17 [cited 2025 Dec 3];8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17705860/

44. Araujo GGC, Pontes-Silva A, Leal P da C, Gomes BS, Reis ML, de Mello Pereira Lima SK, et al. Goniometry and fleximetry measurements to assess cervical range of motion in individuals with chronic neck pain: a validity and reliability study. BMC Musculoskeletal Disorders. 2024 Aug 19;25(1):651.

45. Jiménez-del-Barrio S, Cadellans-Arróniz A, Ceballos-Laita L, Estébanez-de-Miguel E, López-de-Celis C, Bueno-Gracia E, et al. The effectiveness of manual therapy on pain, physical function, and nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. International Orthopaedics. 2021 Dec 3;46(2):301.

46. Website [Internet]. Available from: https://www.mdpi.com/2076-3417/10/13/4647#B13-applsci-10-04647

47. Fenech M, Roche B, Boyle J. Ultrasound imaging of the femoral and saphenous nerves. Australasian Journal of Ultrasound in Medicine. 2024 Jul 29;27(4):229.

48. Velázquez-Saornil J, Ruíz-Ruíz B, Rodríguez-Sanz D, Romero-Morales C, López-López D, Calvo-Lobo C. Efficacy of quadriceps vastus medialis dry needling in a rehabilitation protocol after surgical reconstruction of complete anterior cruciate ligament rupture. Medicine. 2017 Apr 28;96(17):e6726.

49. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy [Internet]. [cited 2025 Dec 3]. [No title]. Available from: https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2017.7089

50. Araya-Quintanilla F, Rubio-Oyarzun D, Gutiérrez-Espinoza H, Arias-Poblete L, Olguín-Huerta C. Punción seca y cambios en la actividad muscular en sujetos con puntos gatillo miofasciales: serie de casos. Rev Soc Esp Dolor. 2019;26(2):89–94.

51. Website [Internet]. Available from: Abat F, Diesel W, Gelber P, Polidori F, Monllau JC, Sánchez-Ibáñez JM. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. Muscles Ligaments Tendons J [Internet]. 2014 Apr-Jun [cited 2025 Dec 3];4(2):188–93. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4187605/

52. Website.

53. Website [Internet]. Available from: Sánchez-González JL, Navarro-López V, Cañada-Sánchez P, Juárez-Vela R, Viñaspre-Hernández RR, Varela-Rodríguez S. Efficacy of different intensities of percutaneous electrolysis for musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. Front Med (Lausanne) [Internet]. 2023 [cited 2025 Dec 3];10:1123456. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40123456

54. Website [Internet]. Available from: Augustyn D, Kroslak M, McCreesh K, Lewis J. Effectiveness of intratissue percutaneous electrolysis for the treatment of tendinopathy: a systematic review. J Man Manip Ther [Internet]. 2022 [cited 2025 Dec 3];30(5):256–66. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36815929/

55. Website.

56. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32526935/

57. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20431568/

58. Choi W, Hwang JH, Kim GE, Yoon KC. Aggressively progressing primary undifferentiated pleomorphic sarcoma in the eyelid: A case report and review of the literature. Medicine [Internet]. 2017 May [cited 2026 Mar 31];96(18). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28471957/

59. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10495174/

60. Checking your browser - reCAPTCHA [Internet]. [cited 2026 Mar 31]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21846163/